

Marko Pirttikoski

LVI-JÄRJESTELMIEN PARANTAMINEN ENERGIAREMONTIN YHTEYDESSÄ

LVI-JÄRJESTELMIEN PARANTAMINEN ENERGIAREMONTIN YHTEYDESSÄ

Marko Pirttikoski
Raportti
Kevät 2014
Talotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma, Lvi-insinööri

Tekijä(t): Marko Pirttikoski

Opinnäytetyön nimi: LVI-järjestelmien parantaminen energiaremontin yhteydessä

Työn ohjaaja(t): Martti Rautiainen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2014 Sivumäärä: 37 + Liitteet 14

Työssä selvitettiin haja-asutusalueella sijaitsevan kiinteistön LVI-tekniisiä parannuksia kesällä 2014 alkavan energiaremontin yhteyteen. Tavoitteena oli saada kiinteistön lämmitys, ilmastointi ja jätevesiasiat vastaamaan nykyisiä energiatehokkuus- ja rakennusmääräysvaatimuksia.

Kiinteistön nykyinen tilanne selvitettiin paikan päällä järjestelmiä tutkimalla, haastatteleamalla asukkaita sekä rakennuskuvia tarkastelemalla. Tältä pohjalta laadittiin tilaajan toiveiden mukainen lista parannustarpeista. Parannuksia tarvitsi lämmitys-, ilmanvaihto- ja jätevesijärjestelmä.

Uudesta lämmitysjärjestelmästä laadittiin suunnitelma, jossa lämmönlähteeksi valittiin maalämpö ja lämmitysjärjestelmäksi vesiradiaattorit. Lämmitysjärjestelmän osalta tultiin siihen tulokseen, että vaihto ei ole kannattavaa kohtuuttoman takaisinmaksuajan takia. Nykyisen ilmanvaihdon tilalle suunniteltiin uusi koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla. Nykyisestä jätevesijärjestelmästä tehtiin jätevesiselvitys sekä suunnitelma uudesta, joka tulee korvaamaan vanhan 3-osaisen saostuskaivojärjestelmän. Uudeksi järjestelmäksi valittiin pienpuhdistamo Biolan Trio.

Asiasanat: Energiatehokkuus, Korjausrakentaminen, Ilmanvaihto, Jätevesisuunnitelma, Kestävä kehitys

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	4
1 JOHDANTO	6
2 ENERGIATEHOKKUUS RAKENNUKSISSA	7
2.1 Lainsäädäntö ja rakennusmääräykset	8
2.1.1 Laki rakennuksen energiatodistuksesta	8
2.1.2 Rakennusmääräykset	8
2.2 Talotekniikan merkitys energiatehokkuudessa	11
2.2.1 Lämmitysjärjestelmä	11
2.2.2 Ilmanvaihtojärjestelmä	12
2.2.3 Vesi- ja viemärilaitteet	13
2.2.4 Rakennusautomaatio	14
2.3 Energiatehokas rakennus	14
2.3.1 Matalaenergiatalo	14
2.3.2 Passiivitalo	15
2.4 Energiatehokkuus kiinteistön korjauksissa	16
2.4.1 Alapohja	16
2.4.2 Ikkunat	16
2.4.3 Ulkoseinät	16
2.4.4 Yläpohja	17
3 KOHTEEN TIEDOT	18
3.1 Yleistiedot	18
3.2 Energiankulutustiedot	19
4 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ	21
4.1 U-arvot	21
4.2 Tehontarpeet	22
4.3 Lämmitysputkiston suunnittelu	22
4.4 Maalämpöpumpun valinta	23
4.5 Lämpökaivon mitoitus	25
5 ILMASTOINTI	27
5.1 Ilmavirrat, kanavisto ja päätelaitteet	27

5.2 Ilmanvaihtokoneen valinta	27
5.3 Kanaviston eristäminen	28
5.4 Ääni	28
6 HAJA-ASUTUSALUEEN JÄTEVEDET	30
6.1 Jätevesien käsittelyvaatimukset	31
6.2 Jätevesisuunnitelma	32
7 YHTEENVETO	34
LÄHTEET	35
LIITTEET	38

1 JOHDANTO

Työssä selvitetään haja-asutusalueella sijaitsevan hirsirakenteisen omakotitalon lämmitysjärjestelmän vaihdon kannattavuus olemassa olevien kulutustietojen pohjalta, laaditaan suunnitelma uudelle lämmitysjärjestelmälle ja ilmanvaihtosuunnitelma korvaamaan nykyinen koneellinen likaisten tilojen poisto - järjestelmä. Lisäksi tehdään selvitys kiinteistön jätevesistä, haja-asutusalueen jäteveden käsittelysuunnitelma ja valitaan uusi järjestelmä.

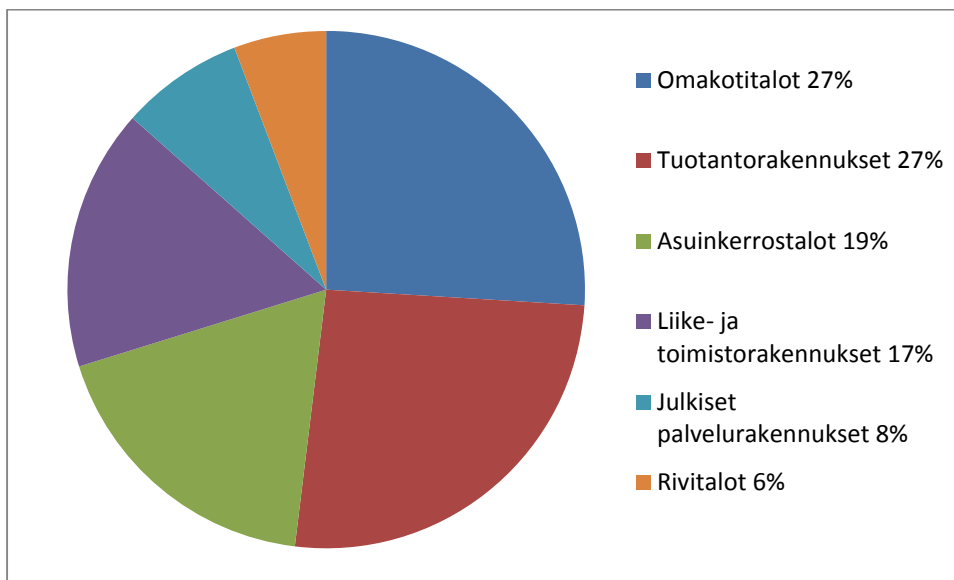
Kohdekiinteistö on hirsirakenteinen omakotitalo Utajärven kunnassa. Kiinteistössä aloitetaan energiaremontti kuluvan kesän aikana. Energiaremontissa tehdään rakenteisiin lisäeristyksiä sekä ovet ja ikkunat vaihdetaan nykyaikaisiin. Lisäksi julkisivua uusitaan. Tässä yhteydessä Lvi-järjestelmät pyritään nykyaikaistamaan ja korjaamaan energiatehokkaaksi. Lähtökohtana energiaremontissa on alentaa lämmityskustannuksia ja saada siten remontin vaatimat investoinnit takaisin.

Työn tilaajana toimii kiinteistön omistaja, joka asuu kiinteistössä. Työn tavoitteena on laskea, esitellä ja suunnitella tilaajalle erilaisia vaihtoehtoja. Kesällä alkavan energiaremontin yhteydessä tilaajan on helpompi tämän työn pohjalta hahmottaa taloudellisesti ja teknisesti järkevimmat ratkaisut myös lvi-teknisiin parannuksiin.

2 ENERGIATEHOKKUUS RAKENNUKSISSA

Suomi on sitoutunut Euroopan unionin energia- ja ilmastopolitiikan määräykseen, jossa vuoteen 2020 mennessä on tarkoitus pienentää merkittävästi ympäristörasitusta. Energiatehokkuussopimukset vuosille 2008 - 2016 valmistuivat vuoden 2007 lopussa. Sopimusjärjestelmällä on kansallisen ilmasto- ja energiastrategian mukaisesti tarkoitus osaltaan vastata kansainvälisiin sitoumuksiin ilmastomuutoksen vastaisessa työssä. Tavoitteena on yhdeksän prosentin suuruinen energiansäästö vuoteen 2016 mennessä (1.)

Rakennusten osuus Suomen kokonaisenergiankulutuksesta on noin neljänkymmenen prosentin luokkaa. Energian kulutusta rakennustyypeittäin voi tarkastella kuvasta 1. Tämä kulutus muodostuu rakennusten lämmitys-, jäähdytys-, valaistus- ja lämpimän käyttöveden tuottamiseen käytettävästä energiasta. Rakennukset suunnitellaan ja rakennetaan pitkäikäisiksi, joten olemassa olevien rakennusten vaikutukset Suomen energiankulukseen kestävät vuosikymmeniä. (2.)



KUVA 1. Energian kulutuksen jakautuminen rakennustyypeittäin (2)

2.1 Lainsäädäntö ja rakennusmääräykset

Rakennusten energiatehokkuutta koskevan lainsäädännön tavoitteena on rakennusten energiatehokkuuden ja uusiutuvan energian käytön edistäminen sekä rakennusten energiankulutuksen pienentäminen ja hiilidioksidipäästöjen vähentäminen. Säädöksillä edistetään Suomen tavoitteita energiatehokkuuden parantamiseksi ja toimeenpannaan rakennusten energiatehokkuusdirektiiviä. Rakennusten energiatehokkuudella pienennetään asumisenaikaisia kustannuksia ja hillitään energiakustannuksia sähkön hinnan noustessa. (3.)

2.1.1 Laki rakennuksen energiatodistuksesta

Laki rakennuksen energiatodistuksesta astui voimaan Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivistä rakennusten energiatehokkuudesta (2010/31/EU) koskevilta osilta ja säädöksiltään 1.6.2013. Uuden rakennuksen rakennuttajan on hankittava energiatodistus rakennuslupamenettelyn yhteydessä. Todistus vaaditaan myös, kun rakennus tai sen osa myydään tai vuokrataan. Ennen vuotta 1980 rakennetuille pientaloille energiatodistus tarvitaan myynnin ja vuokrauksen yhteydessä vasta 1.7.2017 siirtymäsäännöksen mukaan. Energiatodistusta ei tarvitse hankkia, jos rakennuksen pinta-ala on alle 50 neliömetriä, rakennus on tarkoitettu loma-asumiseen eikä sitä käytetä majoituselinkeinoon harjoittamiseen tai kyseessä on tilapäinen rakennus. (4; 5.)

2.1.2 Rakennusmääräykset

Ympäristöministeriö on antanut rakennusten energiatehokkuutta koskevat rakentamismääräykset, jotka astuivat ensimmäisen kerran voimaan 1.1.2010. Uudet rakennusten energiatehokkuutta parantavat rakentamismääräykset annettiin 30.3.2011, ja ne astuivat voimaan 1.7.2012. Ympäristöministeriö antoi asetuksen rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä 27.2.2013, ja voimaan se astui 1.9.2013.

Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D3 (2012), Rakennuksen energiatehokkuus, määräykset ja ohjeet

Suomen rakentamismääräyskokoelman osaa D3 (2012), Rakennuksen energiatehokkuus, määräykset ja ohjeet sovelletaan uusiin rakennuksiin, joissa energiaa käytetään tilojen ja ilmanvaihdon lämmitykseen sekä lisäksi mahdolliseen jäähdytykseen. Keskeinen muutos aiempaan on siirtyminen kokonaisenergiatarkasteluun. Käytännössä se tarkoittaa, että rakennuksen kokonaisenergiankulutukselle määrätään rakennustyyppikohtainen yläraja, joka ilmaistaan E-luvulla. E-luku kuvaa rakennuksen energian kulutusta pinta-alaa kohden (kWh/m^2). (5.)

Pientalojen energiatehokkuutta ohjaillaan pinta-alasta riippuvaisena, koska rakennuksen pinta-ala vaikuttaa oleellisesti energiankulutukseen. Pienissä, alle 120 m^2 :n omakotitaloissa nurkkien lämpöhäviöt ovat suhteessa suuremmat kuin isoissa ja tämän vuoksi näiden vaatimuksia on kevennetty. Lisäksi pieniin omakotitaloihin on tehty helpotus lämmitysjärjestelmän investointikustannusten kohdentamiseksi. Haja-asustusalueella ei ole tarjolla kaikkia energiavaihtoehtoja ja esimerkiksi maalämmön investointikustannukset suhteessa kaikkiin rakennuskustannuksiin ovat merkittävät pienessä rakennuksessa. Helpotus mahdollistaa esimerkiksi suoran sähkölämmityksen, kun rakennus on lämmöneristetty normaalia paremmin ja siinä on varaava takka. Ulkoseinien lämmöneristepaksuus on tällöin noin 26-34 cm. Varaavaa uunia tai takkaa voidaan pitää haja-asustusalueella järkevänä investointina mahdollisten viime vuosina esiintyneiden sähkökatkosten vuoksi. (5.)

Suurilla pientaloilla (yli 150 m^2) investointikustannukset eivät ole merkittäviä suhteessa kokonaisinvestointeihin, ja sen vuoksi erittäin suurten (yli 330 m^2) omakotitalojen määräystaso vastaa rivitaloja. Suurten pientalojen käyttäessä pellettiä, maalämpöä tai kaukolämpöä lämmitykseen täyttää rakennus vaatimukset, kun rakennuksen ulkoseinän eristeen paksuus materiaalista riippuen on noin 17 - 24 cm. Mikäli suurta omakotitaloa lämmitetään suoralla sähköllä, täytyy lämpöhukkaa tehokkaasti parantaa. Ulkoseinän eristeen paksuutena tämä tarkoittaa materiaalista riippuen enimmillään 45 cm. (5.)

Ympärivuotiseen asumiseen tarkoitettuja hirsitaloja koskevat vaatimukset ovat samat kuin vastaavan kokoisilla pientaloilla lukuun ottamatta E-lukua. Hirsitalon E-luku on 25 kWh/m^2 suurempi kuin vastaavan pientalon. Perusteena muita korkeammalle E-luvulle on perinteisen hirsirakentamisen turvaaminen ja rakentamisen vähän ympäristöä kuormittava elinkaarivaikutus. (5.)

Määräys ei sisällä vaatimuksia niille loma-asunnoille, joihin ei ole suunniteltu kokovuotiseen käyttöön tarkoitettua lämmitysjärjestelmää. Yksityisessä käytössä oleville loma-asunnoille, joissa kokovuotiseen käyttöön tarkoitettu lämmitysjärjestelmä löytyy, on asetettu vaipan lämpöhäviöitä koskevat vaatimukset. Majoituselinkeinon harjoittamiseen tarkoitettuja loma-asuntoja koskevat samat vaatimukset kuin muitakin vastaavan kokoisia uusia pientaloja. (5.)

Rakennuksen energiatehokkuuden parantaminen korjaus- ja muutostöissä

Ympäristöministeriön asetuksessa korjaus- ja muutostöissä annetaan rakennuksen omistajalle kolme vaihtoehtoa, joilla energiatehokkuuden parantamisen taso määritellään ja kuinka se osoitetaan korjaus- ja muutostöissä. Vaatimukset eivät koske suojeltuja rakennuksia niiltä osin, kun muutosta ei voida pitää hyväksyttävänä, eikä rakennuksia, joita käytetään pääasiallisesti hartauden harjoittamiseen tai uskonnolliseen toimintaan. (6.)

Vaihtoehdot energiatehokkuuden parantamiseen:

- Parannetaan rakennusosien lämmönpitävyyttä määräyksien mukaiseen vertailuarvoon sekä teknisten järjestelmien hyötysuhdetta vaatimusten mukaisiin arvoihin.
- Noudatetaan asetettua rakennustyyppin mukaista vaatimusta. Vaatimus on lukuarvo $\text{kWh/m}^2/\text{a}$. Taserajana käytetään rakennuksen energiankulutusta. Laskennassa voidaan soveltaa uudisrakentamisen laskentaan tarkoitettuja ohjeita. Laskenta tehdään standardikäytölle ja lämmitetylle nettopinta-alalle.
- Lasketaan rakennukselle ominainen kokonaisenergiankulutus E-lukuna ja pienennetään sitä vaatimusten mukaisella määrällä. Laskennassa voidaan soveltaa samoja laskentavälineitä ja ohjeita kuin uudisrakentami-

sessä. Taserajana käytetään rakennuksen kokonaisenergian kulutusta ja laskenta tehdään standardikäytölle.

Hirsirakennukset, joiden seinän vahvuus on vähintään 180 millimetriä, täyttävät uudisrakentamiselle asetetut vaatimukset seinän lämmönläpäisevyyden osalta. Yleensä hirsiseiniin ei kohdistu sellaisia korjaustoimenpiteitä, joiden yhteydessä energiatehokkuuden parantamisen velvollisuus muodostuisi. Sama koskee massiivisia tiilirakenteita rakennuksissa, joiden alkuperäinen käyttötarkoitus säilyy. Erilaisissa käyttötarkoituksen muutoksissa täytyy selvittää asumisolosuhteiden terveellisyyteen vaikuttavat seikat. Kiinteistön omistajalla on mahdollisuus valita eri toimenpiteiden väliltä. (6.)

2.2 Talotekniikan merkitys energiatehokkuudessa

Talotekniikka huolehtii siitä, että rakennuksen lämmitys, ilmastointi ja vesihuolto palvelevat käyttäjän tarpeita. Taloteknisten järjestelmien valinnalla on suuri merkitys energiatehokkuuteen niin korjaus- kuin uudisrakentamispuolella. Nykyaikaisella talotekniikalla parannetaan rakennusten käytön aikaista energiatehokkuutta ja käyttömukavuutta. Nykyaikaista talotekniikkaa ohjaa rakennusautomaatiojärjestelmä, joka mittaa, säätää ja valvoo kiinteistön toimintaa. Tällä tehostetaan laitteiden ja toimintojen oikeanlaista ja oikea-aikaista käyttöä. (7.)

2.2.1 Lämmitysjärjestelmä

Pientalossa lämmitysenergiaa tarvitaan huonetilojen lämmitykseen, ulkoa tuotavan tuloilman lämmittämiseen ja käyttöveden. Energiankulutus jakaantuu huonetilojen lämmitysenergian, käyttöveden, tuloilman sekä kiinteistösähkön osalta seuraavan taulukon 1 mukaisesti. (8.)

TAULUKKO 1. Pientalon energiankulutuksen jakautuminen. (8)

Huonetilojen lämmitysenergia 40-60%
Käyttöveden lämmitys 10-25%
Tuloilman esilämmitys 5-15%
Kiinteistösähkö 20-30%

Rakennuksen lämmitysjärjestelmän valinta ei välttämättä ole itsestäänselvyys. Vaihtoehtoja ja huomioitavia seikkoja on runsaasti. Rakennus on pidettävä lämpimänä ja lämmintä käyttövedtä on oltava koko rakennuksen elinkaaren ajan. Lämmitysjärjestelmää valittaessa tulisi kiinnittää huomiota lämmitysenergian tarpeeseen, lämpimän käyttöveden tarpeeseen ja siihen, kuinka kauan rakennuksessa aikoo asua. Lämmitysjärjestelmän investointikustannuksia laskettaessa tulisi huomioida takaisinmaksuaika ja verrata sitä suunnitelmissa olevaan asumisaikaan. Lämmitysenergian tarpeen pienentämistä eristystasoa lisäämällä kannattaa tarkastella moneen kertaan, sillä energian hinta nousee koko rakennuksen elinkaaren ajan ja lämmitystarpeen pienentämiseen tähtäävät investoinnit tulevat aina kannattavimmiksi takaisinmaksuaikojen lyhentyessä. (8.)

2.2.2 Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihdon täytyy toimia jatkuvasti koko rakennuksen elinkaaren ajan vähintäänkin minimiteholla. Rakennuksessa tarvitaan aina perusilmanvaihto, joka poistaa rakennus- ja sisustusmateriaaleista irtoavat epäpuhtaudet. Asunnon ilmanvaihdon täytyy Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto mukaan vaihtaa oleskelutilojen ilma kerran kahdessa tunnissa (0,5 1/h). (9.)

Ilmanvaihto toteutetaan paine-eron avulla, joka saadaan aikaan puhaltimilla. Vanhoissa rakennuksissa on myös vielä käytössä painovoimaista ilmanvaihtoa, joka perustuu lämpötilaeron ja tuulen yhteisvaikutukseen. Painovoimainen ilmanvaihto ei toimi, mikäli sisä- ja ulkolämpötila ero ei ole riittävä. Onkin suositeltavaa saneerauksen ja remontoinnin yhteydessä päivittää vanhat ilmanvaihtojärjestelmät vastaamaan nykyaikaisia vaatimuksia. (9.)

Rakennuksen vaipan tiiviydellä on keskeinen merkitys rakenteiden kosteuden siirtoon ja ilmanvaihdon toimintaan. Ilman täytyy kulkea rakenteessa ulkoa sisälle, koska seinän sisään pääsevä sisäilman kosteus tiivistyy rakenteisiin. Ilmanvaihtokone suunnitelmien mukaan säädetyin ilmavirroin pitää huoneiston alipaineisena ja näin ilmavirtojen kulkusuunta pysyy oikeana. Tiiviissä rakennuksessa ilmavirtoja on helpoin hallita, koska tällöin lähes kaikki ilma kulkee ilman-

vaihtokoneen lävitse. Käytännössä ilma vaihtuu sekä hallitusti että hallitsemattomasti ilmapuotoina. (9.)

2.2.3 Vesi- ja viemärilaitteet

Vesi- ja viemärijärjestelmän suunnittelu ja toteutus on pätevyityneen LVI-ammattilaisen tehtävä. Hyvällä suunnittelulla ja toteutuksella saadaan luotettava ja pitkäikäinen järjestelmä. Viemäriputkistot suunnitellaan selkeiksi ja suoraviivaisiksi, joissa ei ole turhia mutkia ja kaikki osat sopivat tiiviisti toisiinsa. (10.)

Vesikalusteiden ja WC-istuimien veden kulutuksissa on eroja. Kun mietitään rakentamisen tai saneerauksen yhteydessä uusia vesikalusteita, on syytä miettiä, hankitaanko sellaiset sekoittajat, joiden virtaama on säädettävissä, ja WC-istuimet, jotka on varustettu kaksoishuuhtelujärjestelmällä. Nykyaikaisissa yksitehohanoissa täysi virtaama voidaan rajoittaa neljään litraan minuutissa. Uusien WC-istuinten kertahuuhtelut toimivat alle neljän litran vesimäärällä. (10.)

Keskimäärin jokainen suomalainen käyttää vettä 155 litraa vuorokaudessa. Henkilökohtainen kulutus vaihtelee 90 - 270 litran välissä vuorokaudessa. Lämpimän käyttöveden osuus kiinteistön energiankulutuksesta on noin viidennes kokonaiskulutuksesta. Lämmintä vettä käytetään henkilöä kohden 40 - 50 litraa vuorokaudessa. Kuvassa 2 on eritelty, mihin vettä käytetään. (11.)



KUVA 2. Vedenkulutuksen jakautuminen (11)

2.2.4 Rakennusautomaatio

Rakennusautomaatiolla tarkoitetaan rakennuksen lämmitys-, valaistus-, valvonta- ja ilmanvaihtojärjestelmien ohjaamista automaattisesti. Rakennusten automaation avulla hallitaan taloteknisiä laitteita ja järjestelmiä. Järjestelmillä voidaan hoitaa asunnon lämmönsäätö ja ilmastointi. Laitteiden ja järjestelmien oikea käyttötapa täytyy huomioida, mikäli halutaan saavuttaa hyvä lopputulos pienimmällä mahdollisella energiankulutuksella. Oikein toimiva automaatiojärjestelmä takaa energiatehokkaiden rakentamisen ratkaisuiden hyödyt ja vähentää laitteiden kulumista. (12.)

2.3 Energiatehokas rakennus

Lähtökohtaisesti energiatehokkaalla rakennuksella tarkoitetaan rakennusta, joka säästää lämmitysenergiaa ja vähentää myös täten kokonaisenergiankulutusta. Energiaa säästäviksi rakennetuissa rakennuksissa on hyvä ja vedoton sisäilmasto. Rakennuksen vaipassa, ikkunoissa, ulkoseinissä ja yläpohjassa on hyvä lämmöneristävyys. Rakennuksen ilmavuodot on minimoitu ja vuotoilmamäärä todettu mittaamalla. Kodinkoneiden, laitteiden ja ihmisten vapauttama lämpö hyödynnetään. Lämmitystarvetta on tasattu ja vähennetty varaavilla massiivisilla rakenteilla. Lämmitys on toteutettu taloudellisesti hyvällä hyötysuhteella ja koneellisen ilmanvaihdon yhteydessä on lämmön talteenotto. (13.)

Energiaa säästävä rakentaminen yleensä on 5 %:n luokkaa kalliimpaa kuin tavanomaisen rakentamisen. Elinkaarikustannusten arvioidaan taas olevan 10...30 % pienemmät. Nykymääräysten mukainen rakennusten lämmitysenergian kulutus on 100 kWh/m²/a ja ostoenergian kulutus luokkaa 140...200 kWh/m²/a. Laskennallisesti määräysten mukaisilla ratkaisuilla päästään energiatodistusluokkaan D. (13.)

2.3.1 Matalaenergiatalo

Matalaenergiatalon tavoite on, että lämmitysenergian ja lämpimän käyttöveden lämmitykseen kuluva energia on tavanomaista pienempi. Sen enimmäismäärään esitetään eri tahoilla erilaisia lukuja, enintään 26...50 kWh/m². Taloussähkön kulutuksen tavoitemäärä puolestaan on 45 kWh/m². VTT:n mukaan matala-

energiatalon rakentamiskustannukset ovat 3...5 % suuremmat kuin normaalitalon ja investoinnin takaisinmaksuaika on 5...10 vuotta. Matalaenergiatalon lämmitykseen suureksi osaksi vuotta riittää auringon säteilylämpö, kotitalouskoneiden ja valaisimien käytöstä vapautuva lämpö ja rakenteiden massa varautunut lämpö. (13.)

2.3.2 Passiivitalo

Passiivitalon tavoitteena on hyvä rakennuksen vaipan lämmöneristävyys, rakenteen hyvä ilmanpitävyys, pienet energian hankkimiskulut ja se, että lämmitysjärjestelmää ei tarvita. VTT:n mukaan pohjoismaissa passiivitalon lämmitys- ja jäähdytysenergian vuotuisena kulutuksena pidetään 15...30 kWh/m²a. Taulukko 2 sisältää passiivitaloille ominaisia energiankulutuksen määriä. (13.)

TAULUKKO 2. Passiivitalolle ominaisia energiankulutuksen määriä. (13)

Etelä-Suomi	20 kWh/m ² /a
Keski-Suomi	25 kWh/m ² /a
Pohjois-suomi	30 kWh/m ² /a
Primäärienergian kokonaiskulutus	120 kWh/m ²
Ostoenergian määrä	75...85 kWh/m ² /a
Lämmitysteho enintään (lämpimät tilat)	10 W/ hyöty-m ²

Passiivitalon lämmitysenergian tarve on alle 25 % tavanomaisen talon lämmitysenergian tarpeesta taloussähkön kulutuksen ollessa noin 40 kWh/m². Ilmanvuotoluku n_{50} on alle 0,6 1/h. Laskennallisesti energiankulutuksessa päästään energiatodistusluokkiin A tai B. Passiivitalossa tarvittava energia sisätilojen lämmitykseen tulee koneiden ja laitteiden käytöstä, ihmisistä vapautuvasta lämmöstä ja auringon säteilyenergiasta. Ilmanvaihdon hyötysuhteen tulee olla vähintään 75 %. Passiivitalon rakentamiskustannukset ovat suuremmat kuin tavanomaisen rakennuksen. Rakennuskustannuksien takaisinmaksuaika arvioidaan olevan 5...10 vuotta enemmän verrattuna tavanomaiseen rakennukseen. Lämmönjakojärjestelmäksi riittää koneellisen ilmanvaihdon yhteydessä toimiva lämmitys. (13.)

2.4 Energiatehokkuus kiinteistön korjauksissa

Suomessa rakennuksista valtaosa on rakennettu 1960 - 1970 -luvuilla. Tämän aikakauden ulkoseinärakenteet ovat tätä nykyä ylittäneet teknisen käyttöikänsä ja vaativat korjausta. Lähes kaikkien peruskorjaustoimien yhteydessä kannattaa harkita talon energiatehokkuuden parantamista. Ikkunoiden tai ovien vaihto, vaipan lämmönerityksen parantaminen, ilmanvaihdon uusiminen lämmön talteenotolla ja lämmitysjärjestelmän uudistaminen nykyaikaiseen lisäävät talon arvoa ja pienentävät energiankulutusta. Energiatehokkuuden parantaminen kannattaa usein liittää muutoinkin välttämättömien remonttien yhteyteen. (14.)

Rakenteiden lämmönläpäisyä olisi tarkoituksenmukaista pienentää puoleen alkuperäisestä. Monissa tapauksissa uudisrakentamisen tasoon eristäminen on mahdollista ja usein myös vieläpä kustannustehokasta. Kaikissa lisäeristämisen tarkasteluissa tulisi kiinnittää huomiota siihen, että rakenne toimii rakennusfysikaalisesti oikein. (14.)

2.4.1 Alapohja

Alapohjien lisäeristäminen on hankalaa ja maanvaraisissa alapohjissa erittäin kallista. Eristävyyttä ei saisi kuitenkaan heikentää ilman perusteltua syytä. Tuulettuvissa alapohjissa eristettä voidaan lisätä alapohjan alapuolelle, mikäli alustassa on tarpeeksi tilaa työn suorittamiseen. (14.)

2.4.2 Ikkunat

Kun ikkunat vaihdetaan, tulisi uusien ikkunoiden olla vähintään uudisrakentamisen tasoa. Usein tätä tasoa paremmat ikkunat ovat kustannustehokkaimpia. Lämmönläpäisykertoimeltaan pienten ikkunoiden etuna on, että ne läpäisevät auringon lämpösäteilyä vähemmän ja ehkäisevät kesäaikaista ylikuumenemistä. Ilmanvaihtojärjestelmän vaatimukset ikkunalle on aina selvitettävä. (14.)

2.4.3 Ulkoseinät

Yleensä kun seinien pintarakenteita korjataan tai uusitaan, kannattaa parantaa myös lämmöneristystä. Lisäeristuksen sijoituksessa kannattaa kääntyä ammattilaisen puoleen, jotta rakenteesta tulee toimiva. (14.)

Julkisivukorjauksen yhteydessä eristys sijoitetaan rungon ulkopuolelle. Ulkoseinän kasvattaminen muuttaa ikkunanpielirakenteita sekä perustusten ja ulkoseinän liitoskohtaa. Ulkopuolen eristeeksi soveltuu tuulensuojalevy. (14.)

Mikäli ulkoverhoukseen ei kajota, voidaan lisäeristys asentaa myös sisäpintaan. Sisäpuoliseen eristämiseen on saatavissa hyvin eristäviä uretaanilevytuotteita, joissa on valmis rakennuslevypinta. (14.)

2.4.4 Yläpohja

Yläpohjan energiatehokkuuden lisääminen onnistuu usein helposti eristevahvuutta kasvattamalla. Erityistä huomiota vaaditaan 1 ½ -kerroksisissa ratkaisuissa, joissa yläkerran huoneissa on vinoja kattomuotoja. Vinolle osuudelle tulisi saada eristeen päälle hyvä tuulensuoja ja sen yläpuolelle avoin tuuletusrajo. (14.)

3 KOHTEEN TIEDOT

3.1 Yleistiedot

Kohde on 106 m²:n kokoinen hirsirakenteinen 1,5-kerroksinen omakotitalo ja sijaitsee Utajärvellä Juorkunan kylässä. Talo on tehty kahdesta eri hirsikehikosta ja keittiön päällä on lämmin käyttöuullakko, johon on käynti avoluukusta kodinhoitohuoneesta. Puolangantien puoleinen osa talosta on 200 mm vahvaa käsin salvottua hirttä ja toinen puoli 150 mm vahvaa käsin salvottua hirttä. Rakennuksen ikkunoista ja ovista ei ole olemassa mitään dokumenttia, ja ne ovat vanhanaikaiset nykyisiin verrattuna.

Nykyinen ilmanvaihto on osittain painovoimainen ja osittain koneellinen poistoilmanvaihto. Pesuhuoneesta ja saunasta ilma poistetaan huippuimurin avulla ja wc-tilasta painovoimaisesti. Painovoimaisen ilmanvaihdon toimintaperiaate perustuu lämpötilaeroihin ja tuulenpaineeseen. Käytännössä talossa ei ole taiseesti toimivaa ilmanvaihtoa ollenkaan, ja lämpö ohjataan niin sanotusti harakoille.

Nykyisin jätevesi johdetaan 3-osastoiseen saostuskaivoon ja puretaan purkuputkea pitkin avo-ojaan, joka sijaitsee tontin laidalla. Tällainen järjestelmä vaatii vähintään maasuodattamon lisäksi, jotta se täyttää uudet jätevesivaatimukset. Lisäksi yli 10 vuotta vanhoja betonisia saostuskaivoja ei ole taloudellisesti järkevää hyödyntää. Kiinteistö ei sijaitse pohjavesialueella, ja maaperä on pääosin huonosti vettä imevää savea.

Lämmitysjärjestelmänä toimii sähköinen lattialämmitys, ilmalämpöpumppu ja varaava leivinuuni. Polttopuita poltetaan leivinuunissa keskimäärin 4 p-m³ vuodessa lämmityskauden aikana. Ilmalämpöpumppu lämmittää rakennuksen syys- ja kevätkaudet yhdessä leivinuunin kanssa. Sähköinen lattialämmitys otetaan käyttöön pakkaskauden alkaessa.

Käyttövettä lämmitetään nykyisin 300 litran sähkökäyttöisellä lämminvesivaraajalla, joka sijaitsee talossa kodinhoitohuoneessa. Veden kulutuksesta ei ole tarkkoja kulutustietoja saatavissa tällä hetkellä.

Tontilla on myös muita rakennuksia, mutta päärakennus on ainoa jota lämmitetään ympäri vuoden. Muihin piharakennuksiin ei myöskään tule talousvettä, eikä taten viemäriäkään. Rakennuksen julkisivu pääsisäänkäynnin kohdalta on kuvassa 3.

Taloon tullaan kesän 2014 aikana aloittamaan energiaremontti, jossa

- kapeamman hirren osalta ulkoseiniin asennetaan tuulensuojalevyt ja ne paneloidaan 200mm vahvalla hirsipaneelilla
- vanhan huopakaton päälle tehdään uusi peltikatto
- ikkunat ja ovet vaihdetaan nykyvaatimusten mukaisiksi
- taloon tehdään koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä lämmöntalteenotolla
- laaditaan haja-asutusalueen jäteveden käsittelysuunnitelma ja korjataan nykyinen järjestelmä vaatimusten mukaiseksi.



KUVA 3. Kohteen julkisivu

3.2 Energiankulutustiedot

Kohteesta löytyi sähkönkulutustietoja päiväkohtaisesti 13.7.2011 lähtien. Tuolin kiinteistöön on asennettu etäluettava sähkömittari. Kulutustiedoista on laskemalla eritelty lämmitysenergia, käyttöveden lämmittämiseen kulutettu energia

ja muu sähköenergia. Kuukausittaiset kulutuslukemat kirjattiin excel-tilukkuun reilun 2 vuoden ajalta ja niistä määritettiin kuukausikohtainen keskiarvokulutus. Keskiarvokulutukset summattiin jokaiselta kuukaudelta ja niistä saatiin vuotuinen keskiarvo sähkökulutuksesta, joka on esitetty liitteessä 1. Vuotuisesti kulutukseksi saatiin 13 840 kWh, joka kuvaa tässä työssä rakennuksen todellista sähköenergian kulutusta.

Käyttöveden lämmittämiseen kuluva energiamäärä on harvoin täsmällisesti tiedossa. Sen määrittämiseen on olemassa erilaisia nyrkkisääntöjä, jotka ovat pientalojen kohdalla täysin käyttökelpoisia. Tässä työssä on hyödynnetty lämpölinki.fi:n Maalämpöpumpun ja maalämmön valinta -oppaassa olevaa käyttöveden lämmityksen energiamäärän määrittämisen ohjetta. ”Energiää kuluu lämmittämään käyttöveten vuodessa 1000 kWh asukasta kohden + 1000 kWh perheen yhteiskäyttöön.” Käyttöveden energiankulutuksen osuus tässä kohteessa on 3000 kWh vuodessa ja laskuperusteet on esitetty liitteessä 1. Todellinen osuus voi olla laskennallista pienempi. (15.)

Muu sähköenergia sisältää kuluttajalaitteiden ja valaistuksen sähköenergian käytön. Muu sähköenergia on poimittu kesäkaudelta, kun lämmitykseen ei käytetä energiaa. Lisäksi siitä on vähennetty käyttöveden osuus. Kohdekiinteistössä muu sähköenergia on 2530 kWh vuodessa. Tämä energia on melko lailla vähäinen, mutta käyttöveden energia on riippuvainen käyttäjästä ja tässä kohteessa käyttöveden energiankulutukseen on todennäköisesti laskettu liikaa energiaa. Laskennat on esitetty liitteessä 1.

Lämmitykseen käytetty vuotuinen sähköenergia on määritetty lämmityskauden kuukausien keskiarvosta. Lisäksi siitä on vähennetty käyttöveden- ja muun sähkön osuus. Lämmitykseen käytetään kohdekiinteistössä 8300 kWh sähköenergiaa vuodessa. Lisäksi rakennuksessa tuotetaan lämmitysenergiaa leivinuunilla ja ilmalämpöpumpulla. Nämä on huomioitu lopullisessa lämmitysenergian kulutuksessa, joka on 14 600 kWh. Laskelmat on esitetty liitteessä 1.

4 LÄMMITYSJÄRJESTELMÄ

4.1 U-arvot

Rakennustekniikassa U-arvo, eli lämmönläpäisykerroin kuvaa rakennuksen eri rakenteiden lämmöneristyskykyä. Mitä pienempi U-arvo on, sitä parempi on lämmöneristyskyky. Suomen rakentamismääräyskokoelman osa C4 määrittelee U-arvon eli lämmönläpäisykerroimen seuraavasti: Se kuvaa lämpövirran tiheyttä, joka jatkuvuustilassa läpäisee rakennusosan, kun lämpötilaero rakennusosan eri puolilla olevien tilojen välillä on yksikön suuruinen. Yksikkönä käytetään $W/(m^2K)$. Lämmönläpäisykerroimet määritetään Suomen rakentamismääräyskokoelman osan C4 luvun 2 lämmönläpäisykerroimien määrittämiseen (16.)

Rakenteiden U-arvot on määritetty Excel- taulukkolaskentaohjelmalla. Λ -arvoina on käytetty todellisten rakennusmateriaalien vastaavia arvoja. Rakenteet ja materiaalien vahvuudet on selvitetty rakennuskuvista, paikan päällä mittaamalla ja haastattelemalla talon asukkaita.

Alapohjan reuna-alueen U-arvoksi laskettiin $0,20 W/m^2\text{ }^\circ C$. Reuna-alue on voimassa yhden metrin sokkelin sisäreunasta rakennukseen päin. Sisä-alueen u-arvoksi saatiin $0,14 W/m^2\text{ }^\circ C$. Rakenteen leikkauskuva ja u-arvojen laskentaperusteet on esitetty liitteessä 2.

Yläpohja 1:n U-arvoksi laskettiin $0,11 W/m^2\text{ }^\circ C$. Yläpohja 1 sijaitsee makuuhuoneiden, pesuhuoneen, wc:n ja eteiskäytävien päällä. Rakenteen leikkauskuva ja u-arvojen laskentaperusteet on esitetty liitteessä 2.

Yläpohja 2:n U-arvoksi laskettiin $0,13 W/m^2\text{ }^\circ C$. Yläpohja 2 sijaitsee keittiön, olohuoneen ja kodinhoitohuoneen päällä. Alakerran ja yläpohja 2:n välissä on käytöullakko. Rakenteen leikkauskuva ja U-arvojen laskentaperusteet on esitetty liitteessä 2.

Hirsiseinä 1:n U-arvoksi laskettiin $0,29 W/m^2\text{ }^\circ C$. Hirsiseinä 1 sijaitsee yläpohja 1:n yhteydessä. Rakenteen leikkauskuva ja u-arvojen laskentaperusteet on esitetty liitteessä 2.

Hirsiseinä 2:n U-arvoksi laskettiin $0,54 \text{ W/m}^2\text{°C}$. Hirsiseinä2 sijaitsee yläpohja2:n yhteydessä. Rakenteen leikkauskuva ja u-arvojen laskentaperusteet on esitetty liitteessä 2.

Ikkunoiden ja ovien U-arvoina on käytetty uudisrakentamiselle säädettyjä minimiarvoja $1,0 \text{ W/m}^2\text{°C}$.

4.2 Tehontarpeet

Tämän työn tehontarpeet määritettiin Cads planner 16 -ohjelmalla, joka laskee ne aiemmin esitettyjen U-arvojen pohjalta. Laskennalliseksi yhteislämpöhäviöksi saatiin 5043 W. Lämpöhäviöitä tarkasteltiin myös pinta-ala kohtaisesti ja tehontarpeeksi lämmitettyä rakennusneliötä kohden saatiin 59 W/m^2 . Lämmitettyä huoneistoalaa Cads planner 16 -ohjelma laski $85,5 \text{ m}^2$. Arkkitehtikuvissa lämmिन huoneistoala on $89,2 \text{ m}^2$, joten ohjelman laskelmiin voi luottaa. Lämmin käyttöuullakko jätettiin huomioimatta, koska savupiippu kulkee ullakon lävitse. Käyttöuullakko on lämmityskaudella selvästi yllilämpöinen. Savupiippu tuottaa pelkästään käyttöuullakolle noin 800 watin lämmitystehon lämmityskaudella olettaen savupiipun keskimääräiseksi pintalämpötilaksi 35 °C . Lisäksi alakerrasta lämmिन ilma nousee luonnollisen konvektion avulla käyttöuullakolle. Raportti tehojen laskennasta on esitetty liitteessä 3. Savupiipun tuottama lämmitysteho lämmityskaudella on esitetty liitteessä 4.

4.3 Lämmitysputkiston suunnittelu

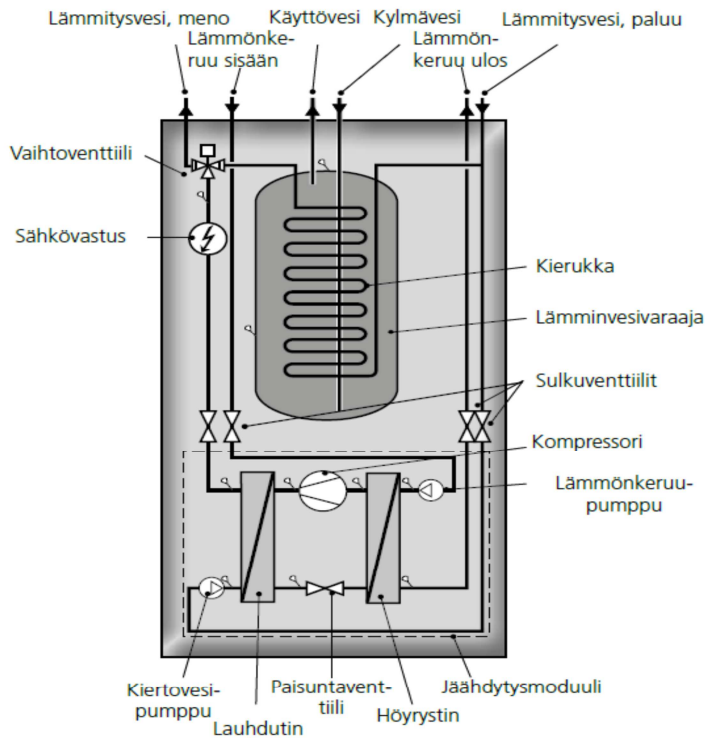
Lämmitysputkiston suunnittelussa mitoituslämpötilana meno- ja paluuedelle käytettiin $55 / 45 \text{ °C}$. Putkisto toteutetaan kierteytettävällä mustalla teräsputkella hyviä asennustapoja noudattaen. Putkistojen ja pattereiden yhteistilavuudeksi saatiin 69 litraa. Lisäksi järjestelmä varustetaan 100 litran puskurivaraajalla. Järjestelmän kokonaisvirtaus on $0,1 \text{ l/s}$. Putkiston painehäviöiksi saatiin $10,8 \text{ kPa}$ ja järjestelmän kokonaispainehäviöksi $20,8 \text{ kPa}$. Lämmönlähteeksi tulee maalämpöpumppu porakaivolla. Lämmitysjärjestelmän piirustukset on esitetty liitteessä 5.

4.4 Maalämpöpumpun valinta

Maalämpöpumpuksi valittiin Niben F1245-8 vaihtuvan lauhdutuksen periaatteella toimiva lämpöpumppu. Antotehoksi valmistaja ilmoittaa 6,9 kW keruuveden lämpötilan sisään ollessa 0 ° C ja menoveden lämpötilan ollessa 50 ° C.

COP:ksi eli lämpökertoimeksi valmistaja tälle tilanteelle ilmoittaa 3,54. Lämpökerroin kertoo tällöin, että 1 kWh:lla sähköenergiaa saadaan tuotettua 3,54 kWh:a lämpöenergiaa. Sijoituspaikka on kodinhoitohuone. Nibe markkinoi pumppua hiljaisimpana pumppuna markkinoilla. Lämpöpumpun kytkentäkaavio on esitetty liitteessä 6.

Vaihtuvalauhdutteinen maalämpöpumppu tuottaa lämpöä tarpeen mukaan joko käyttövedeen tai tilojen lämmittämiseen. Käyttövettä lämmitettäessä kohdistetaan koko pumpun teho hetkellisesti käyttövesivaraajassa olevaan kierukkaan, ja kierukan läpi kulkeva kuuma vesi lämmittää varaajassa olevan käyttöveden nopeasti tavoitelämpötilaan. Täten käyttövesivaraajat ovat pienempiä ja laitteisto ei vie niin paljon tilaa. Kun käyttövesivaraajan lämpötila on saatu tavoiteltuun lämpötilaan, kääntyy pumpun tuottaman lämpimän käyttöveden suunta vaihtoventtiilin avulla talon lämmitysverkostoon. Pumppu käy ja tuottaa lämpöä verkostoon, jos lämmitystarvetta on. Maalämpöpumpun periaatepiirros on esitetty kuvassa 4.



KUVA 4. Nibe F1245-8 periaatepiirros. (17)

Lämmitysjärjestelmän nestetilavuuden suhdetta tehoon tulee tarkastella. Jos nestetilavuus on liian pieni lämpöpumpun tehoon nähden, täytyy järjestelmää täydentää puskurivaraajalla. Niben pumpuissa raja-arvona toimii 20 l/kW. Mikäli tehotilavuus on alle tämän, laskee lämpövirtaus hallitsemattomasti. Tässä tapauksessa järjestelmään lisätään puskurivaraaja. Tällä toimenpiteellä varmistetaan siitä, että pumppu ei ala käydä pätkien. Pätkien käynti johtuu siitä, että pieni vesitilavuus lämpenee nopeasti tavoitelämpötilaansa ja pumppu sammuu. Radiaattoreissa taas lämpö siirtyy vedestä huonetilaan ja paluuvesi palaa pumppulle kylmänä vaatien konetta käynnistymään uudestaan. Lisäksi vaihtventtiili-toiminnan vuoksi patterilämmitetyissä rakennuksissa saattaa esiintyä putkien naksumista, kun vaihtventtiili kääntyy käyttövesiasennosta lämmitysasentoon. Puskurivaraaja hillitsee käyttövetä tehtäessä tapahtuvan lämmitysveden lämpötilan nopeaa jäähtymistä. Tehotilavuuslaskelmat on esitetty liitteessä 7. Järjestelmään lisätään puskurivaraaja UKV-100.

Lämpimän käyttöveden riittävyttä täytyy myös tarkastella pumppua valittaessa. Pumpussa on sisäinen 180 litran lämminvesivaraaja, ja se riittää 3 - 4 henkilön kylpyaikaan. Laskelmat on esitetty liitteessä 7. Lisäksi kone on varustettu 9 kW:n sähkövastuksella, joten lämmintä käyttövettä saadaan nopeasti lisää tilanteessa, jossa se loppuu.

Maalämpöpumppu on valmis moduuli joka sisältää kierrosnopeusohjatut pumput keruupiirille ja lämpöpiirille. Lisäksi Nibellä on erikseen myytävä valmis asennussarja lämmitykselle ja käyttövedelle. Tämä asennussarja sisältää 12 litran paisuntasäiliön, sekoitusventtiilin, syöttöventtiilin, käyttöveden varoventtiilin 10 bar, lämmityksen varoventtiilin 2,5 bar, painemittarin ja takaiskuventtiili-ryhmän. Kuva asennussarjasta on esitetty liitteessä 8.

4.5 Lämpökaivon mitoitus

Lämpökaivolla tarkoitetaan kallioon porattavaa porakaivoa, jota käytetään maalämpöpumpun lämmönlähteenä. Lämpökaivon toteutuksessa tulee noudattaa PoraTek Ry:n normaalilämpökaivon vaatimuksia. Lämpökaivon toiminta perustuu pohjaveden ja peruskallion lämpöenergian siirtämiseen väliaineeseen. Lämpökaivosta saatava energian määrä on riippuvainen kaivon vedentuotosta, eli siitä, kuinka paljon vesi siirtää lämpöenergiaa peruskalliosta. Suunnitteluvaiheessa on mahdotonta laskea lämpökaivon tarkkaa syvyyttä, sillä veden tuoton arviointi on mahdotonta. Todellinen syvyys selviää vasta porauksen ja koe-pumppauksien avulla. (18.)

Lämpökaivon syvyyttä on hyvä arvioida suunnittelun aikana, jotta saadaan arvioidua kaivon poraamisesta koituvia kustannuksia. Mitoituksen avuksi on olemassa raja-arvotaulukoita eri tahoilta. Alla oleva taulukko 3 löytyy Niben maalämpöpumppuoppaasta, joka on saatavissa valmistajan internet-sivuilta. Sen avulla arvioitiin kaivon syvyyttä tämän työn osalta. Kaivon syvyyttä arvioitiin sekä tehon, että toteutuneen lämmitysenergian kannalta. Toteutuneen lämmitysenergian mukaan kaivon syvyydeksi saadaan 112 metriä, jos oletetaan maasta saatavan taulukon mukainen energiamäärä 130 kWh kaivometriä kohden. Lämmitystehon mukaan kaivon syvyydeksi tulee 144 metriä, olettaen maasta saatavan taulukon mukainen energiamäärä 35 W kaivometriä kohden.

Näistä tuloksista valitaan lämmitystehon mukaan laskettu lämpökaivon syvyys kustannuslaskelmia kartoitettaessa, koska pumppu mitoitetään täystehoiseksi. Laskelmat esitetään liitteessä 9.

TAULUKKO 3. Lämmönkeruuputkiston mitoituksen raja-arvot. (19)

HUOM! Maksimi arvoja ei saa ylittää lämpökaivon mitoituksessa!

	I alue	II alue	III alue	IV alue
Keskilämpötila, °C sulkeissa D5 2012 tiedot	+5 (5,4)	+4 (4,7)	+2 (3,3)	0 (-0,3)
Mitoittava ulkolämpötila, °C	-26	-29	-32	-38
Lämpökaivo				
kWh/m	150	140	130	120
W/m	42 - 43	38 - 41	34 - 38	30 - 35
Liuoksen keskilämpötila, °C	-2,5...+1	-2,5...+1	-2,5...+1	-2,5...+1
Pintamaa				
kWh/m	60	50	45	35
W/m	12 - 15	11 - 14	10 - 13	10 - 12
Liuoksen keskilämpötila, °C	-2,5...+1	-2,5...+1	-2,5...+1	-2,5...+1
Vesistö				
kWh/m	90	80	70	50
W/m	20	20 - 25	15 - 20	15 - 20
Liuoksen keskilämpötila, °C	+1...+2	+1...+2	+1...+2	+1...+2



5 ILMASTOINTI

5.1 Ilmavirrat, kanavisto ja päätelaitteet

Rakennuksen ilmavirrat mitoitetaan RakMk:n osan D2 (2012) ohjeita ja määräyksiä noudattaen. Tuloilma ohjataan asuintiloihin ja poistoilma poistetaan likaisista ja kosteista tiloista. Poistoilmavirrat suunnitellaan 5 - 10 % suuremmiksi kuin tuloilmavirrat alipaineen saavuttamiseksi. Suunnitellut ilmavirrat tulee täyttää RakMk:n osan D2 (2012) ilmanvaihtokertoimen 0,5 1/h. Ilmavirrat ja laskentaperusteet on esitetty liitteessä 10.

Ilmanjakokanavisto suunnitellaan mahdollisimman yksinkertaiseksi ja energiatehokkaaksi. Pientaloissa kanavisto voidaan asentaa alaslaskuihin tai yläpohjaan. Energiatehokkuuden ja lämmöntalteenoton hyötysuhteen kannalta lämpimät kanavat olisi paras kuljettaa alaslaskuissa tai muuten lämpimissä tiloissa. Yläpohjaan asennettaessa höyrynsulun tiivistykseen kannattaa käyttää kanava-kohtaisia läpivientitiivisteitä. Kokoojakanaviston virtausnopeuden maksimiarvona pidetään 5 m/s ja kytkentäkanaviston taas 3 m/s. Virtausnopeuden maksimiarvoja ei saa ylittää missään kanaviston osissa.

Tuloilmaventtiileinä tässä työssä käytetään Fläkt Woodsin KTI-päätelaitetta. Se soveltuu säätöominaisuuksiltaan hyvin pienille ilmavirroille ja siksi on paras vaihtoehto tässä työssä. Poistoilmaventtiilinä käytetään saman valmistajan KSO-päätelaitetta.

Ilmastointikuvat on suunniteltu Cads planner 16 -ohjelmistolla ja ne esitetään liitteessä 11.

5.2 Ilmanvaihtokoneen valinta

Ilmamäärien perusteella ilmanvaihtokoneeksi valittiin vastavirtaustekniikalla toimiva, levylämmönsiirtimellä varustettu Swegon CASA W80 Premium EC L. Ilmanvaihtokone on varustettu sähköisen 1 000 W:n etulämmityspatterin lisäksi myös sähköisellä 500 W:n jälkilämmityspatterilla. Koneen SFP-luku on näillä ilmavirroilla ja puhallinnopeuksilla 2.0 tai alle. SFP-luku luetaan valmistajan konekohtaisesta taulukosta. Taulukko on esitetty liitteessä 11. Cads planner 16 –

ohjelmiston energiaselvitys ilmoittaa annetuilla puhallintehoilla ja ilmavirroilla koneen SFP -luvuksi 1,7. Lämpötilahyötysuhde koneen lämmöntalteenotossa on noin 80 %. Koneen sijoituspaikaksi valikoitui lämmin käyttöuullakko. Käyttöuullakolla koneen mahdolliset pienet meluhaitat eivät häiritse ketään. Ilmanvaihtokone nostetaan seinälle 1 metrin päähän savupiipusta. Koneen kondenssivesi voidaan helposti viemäröidä alapuolella olevaan kodinhoitohuoneen viemäriin. Kondenssivesiputki varustetaan vesilukolla koneen valmistajan ohjeiden mukaisesti.

5.3 Kanaviston eristäminen

Lämpimissä tiloissa kylmät kanavat eli jäteilma ja ulkoilma kondenssilämpöeristetään solukumieristeellä. Eristeenä on hyvä käyttää saumatonta solukumieristettä. Eristeen liitoskohdat tulee liimata ja teipata, koska pieneltäkin alalta eristämätön kylmä kanava lämpimässä tilassa on riski kondensointiin ja välillisiin vaurioihin. Kylmiin tiloihin asennettavat lämpimät kanavat eristetään eristys-suositusten mukaisesti. Puhallusvillan sekaan jäävät kanavat tulisi lämpöeristää 50 mm:n mineraalivillalla ja kylmässä tilassa olevat 100 mm:n mineraalivillalla.

5.4 Ääni

Ääni on paineenvaihtelua ilmassa, mikä saa korvan tärykalvon värähtelemään. Tasainen ja miellyttävä äänitaso yhdessä lämpötilan ja ilmannopeuden kanssa on tärkein tekijä miellyttävälle sisäilmastolle. Äänitasot ovat logaritmisia arvoja ja siksi niitä täytyykin tarkastella yhteen laskien logaritmisesti. Sisätiloissa ääni säteilee äänilähteestä kolmiulotteisesti. Osa äänestä imeytyy eli absorboituu huoneen pintoihin. Pehmeät pinnat absorboivat enemmän energiaa kuin kovat pinnat (20.)

Tässä tapauksessa suurin yksittäinen äänen aiheuttaja on ilmanvaihtokone puhaltimeen. Lisäksi päätelaitteet aiheuttavat ääntä. Suunnitteluvaiheessa valitaan mieluummin väljä ilmanvaihtokone ja kanavisto. Tällä on suuri vaikutus äänitasoihin. Tiukalla mitoituksella tulee usein ääniongelmia. Puolangantie 319:ään suunnitellun ilmanvaihdon huoneeseen tuottama äänitaso on suurimmillaan 26 dB (A) ja täten täyttää Suomen RakMk:n osan D2 (2012) vaatimat määräykset. Tarkastelussa on huomioitu samassa huonetilassa olevien pääte-

laitteiden yhteensä aiheuttama äänitaso. Äänet on laskettu Cads planner 16 - ohjelmistolla rakennuksen jokaiseen huonetilaan käyttäen äänenabsorptioalana 10 m^2 . Tilojen esimerkkilaskennat esitetään liitteessä 12.

6 HAJA-ASUTUSALUEEN JÄTEVEDET

Suomessa on liki 300 000 kiinteistöä, joita ei ole liitetty viemäriverkostoon. Näissä kiinteistöissä asuu vajaa 1 000 000 ihmistä. Haja-asutusalueen jätevesistä joutuu vesistöihin keskimäärin noin kuusinkertaisesti fosforipäästöjä verrattuna taajamien jätevesiin. Ihmisten aiheuttamista fosforikuormituksista Suomessa vajaa 10 % on peräisin haja-asutuksesta. Lisäksi jätevedet sisältävät typpeä. Haja-asutusalueella ympäristöön pääsevät jätevedet likaavat enimmäkseen ihmisten omaa lähiympäristöä. Ne voivat pilata pohjaveden ja tehdä kaivovesistä käyttökelvottomia. Vesistöihin johdettaessa nämä heikentävät veden laatua ja samalla vesistöjen arvo ja käyttökelpoisuus vähenevät. (21.)

Haja-asutuksen jätevedet ovat enimmäkseen talousjätevesiä. Nämä vedet ovat keittiöistä, kylpyhuoneista, saunoista, pyykinpesusta ja wc-tiloista peräisin olevaa jätevettä. Tämä vesi sisältää muun muassa ruuantähteitä, rasvoja, ulosteita, virtsaa, pesuaineita sekä muita kotitalouksissa käytettyjä puhdistuskemikalleja. Yhdessä litrassa käymäläjätettä on pelkän saostuskaivokäsittelyn jälkeen satoja miljoonia ulosteperäisiä bakteereja. (21.)

Haja-asutuksen jätevesiasetus on ollut voimassa vuoden 2004 alusta, ja uusi asetus tuli voimaan 15.3.2011. Uudisrakentamista vaatimukset ovat koskeneet jo vuodesta 2004 alkaen. Olemassa oleville kiinteistöille sallittiin jätevesijärjestelmien tehostamiseen siirtymäaika, jota on jatkettu 15.3.2016 asti. Siirtymäaika koskee niitä jätevesijärjestelmiä, jotka olivat käyttökuntoisia, kun edellinen asetus tuli voimaan, mutta jotka eivät täytä uuden asetuksen vaatimuksia. Nämä järjestelmät on saatettava asetuksen mukaisiksi viimeistään 15.3.2016. Jos ennen asetuksen voimaantuloa rakennetussa kiinteistössä tehdään uuden rakennuksen rakentamiseen verrattavia muutostöitä tai jätevesien määrään vaikuttavia muutos- tai laajennustöitä, jotka edellyttävät rakennus- tai toimenpidelupaa, on jätevesijärjestelmä saatettava vaatimukset täyttäväksi rakennushankkeen yhteydessä ilman siirtymäaikaa. (21.)

Haja-asutuksien jätevesien käsittelyveloitteesta voidaan myös tietyissä tapauksissa poiketa. Ne kiinteistönhaltijat jotka ovat ympäristönsuojelulain muutok-

sen voimaan tullessa täyttäneet 68 vuotta, ovat automaattisesti vapautettuja jätevesien käsittelyvelvoitteesta. Nykyisen järjestelmän täytyy kuitenkin olla kunnossa ja kunnossapito täytyy huolehtia. Kiinteistökohtaista poikkeusta voidaan hakea myös sosiaalisin perustein. Tämä tulee kyseeseen silloin, kun pitkäaikainen työttömyys, sairaus tai muu näihin verrattava seikka on heikentänyt kiinteistön haltijan taloudellista tilannetta niin, että investointia jätevesijärjestelmään voidaan pitää kohtuuttomana. Poikkeama on myös mahdollista, mikäli kiinteistö sijaitsee alueella, joka on tulossa viemäriverkon piiriin lähivuosina. Poikkeama tässä tapauksessa voidaan myöntää vain 5 vuodeksi. (21.)

Kiinteistökohtainen jätevesijärjestelmä on maankäyttö- ja rakennuslain mukaan rakennelma, jonka rakentaminen tai muuttaminen vaatii toimenpideluvan. Kunnat ovat voineet rakennusjärjestyksessään määrätä, että jätevesijärjestelmän rakentaminen tai muuttaminen ei edellytä toimenpidelupaa. Silloin siitä on tehtävä ilmoitus. Lupahakemukseen tai ilmoitukseen on liitettävä suunnitelma, jonka on täytettävä jätevesiasetuksessa annetut vaatimukset. (21.)

6.1 Jätevesien käsittelyvaatimukset

Jätevesien käsittelyn tavoitteena on, että jätevedet eivät huononna pinta- tai pohjavesien laatua. Jätevedet eivät saa aiheuttaa haittaa ympäristölle eivätkä heikentää veden käyttöä asumiseen, maatalouteen, virkistykseen ja elinkeinojen tarpeisiin. Haja-asutuksen jätevesiä koskevien säännösten on tarkoitus vähentää viemäriverkostojen ulkopuolisen asutuksen jätevesistä koituvia haittoja. Huonosti käsitellyt jätevedet lisäävät vesistöjen ravinnekuormitusta ja kuluttavat pintavesien happea. Pohjaveden laadun jätevedet voivat heikentää niin, että terveysriski on todellinen. Kun haja-asutuksen jätevedet puhdistetaan tehokkaammin kuin pelkällä saostuskaivolla, niiden aiheuttamat ympäristöhaitat pienenevät. (21.)

Haja-asutusalueen jätevesien käsittelystä säädetään ympäristönsuojelulaissa, haja-asutuksen jätevesiasetuksessa, vesilaissa ja vesihuoltolaissa. Käsittelyyn liittyviä määräyksiä on myös maankäyttö ja rakennuslainsäädännössä, jätelaissa ja terveydensuojelulainsäädännössä. (21.)

Jäteveden käsittelyvaatimusten lähtökohtana on haja-asutuksen kuormitusluku. Kuormitusluku kuvaa sitä, kuinka paljon tavanomaisesta asumisesta syntyy jätevetteen joutuvia haitta-aineita henkeä kohti ennen jäteveden käsittelyä. Orgaanisen aineen kuormitusluku on 50 g, fosforin 2,2 g ja typen 14 g asukasta kohti vuorokaudessa. Jätevesijärjestelmän on kyettävä puhdistamaan jäteveden orgaanisesta aineesta 90 %, fosforista 85 % ja timestä 40 %. Kuntien omissa ympäristönsuojelumääräyksissä voidaan antaa lievemmat puhdistusvaatimukset alueille, joilla pinta- ja pohjavedet eivät ole vaarassa pilaantua. Tällöin orgaanisesta aineesta on kyettävä puhdistamaan 80 %, fosforista 70 % ja timestä 30%. Taulukossa 4 on esitetty RT-kortin 66 -11133 Haja-asutuksen jätevesien käsittely taulukko kyseisistä arvoista. (21.)

TAULUKKO 4. Ohjeellisia puhdistustehovaatimuksia eri tilanteissa. (21)

Jätevesien laatu	Puhdistusteho (vähimmäisvaatimus/ pilaantumiselle herkät alueet)
Kaikki jätevedet (sekä käymälä- että harmaat jätevedet)	80/90 % orgaaninen aine 70/85 % kokonaisfosfori 30/40 % kokonaistyyppi
Harmaat jätevedet (ei virtsaa eikä ulostetta)	67/83 % orgaaninen aine 0/18 % kokonaisfosfori 0/0 % kokonaistyyppi
Harmaat jätevedet ja ulosteet (ei virtsaa)	78/89 % orgaaninen aine 34/67 % kokonaisfosfori 0/0 % kokonaistyyppi
Harmaat jätevedet ja virtsa (ei ulostetta)	71/86 % orgaaninen aine 59/79 % kokonaisfosfori 22/33 % kokonaistyyppi

6.2 Jätevesisuunnitelma

Hyvässä jätevesisuunnitelmassa käsitellään ainakin seuraavia asioita:

- kiinteistön ja suunnittelijan perustiedot
- olosuhteiden kuvaus mukaan lukien tiedot kiinteistön vedenhankintajärjestelyistä ja mahdollisista naapurikiinteistöjen talousvesikaivoista
- eri vaihtoehtojen tarkastelu

- valitun järjestelmän kuvaus
- järjestelmän mitoitus, jäteveden määrä ja laadun vaihtelun vaikutus toimivuuteen
- arvio puhdistustuloksesta ja ympäristökuormituksesta
- muistio tai muu selonteko maastoselvityksestä ja tarvittaessa maaperätutkimuksesta
- tiedot käsitellyn jäteveden purkupaikasta
- hygieenisen riskin arviointi purkupaikan ympäristöstä sekä vaikutus veden laatuun lähimmässä talousvesikaivossa
- työn toteuttamiseen tarvittavat rakennus- lvi ja sähkötyöselitykset
- yleiskartta
- asemapiirros
- tasopiirros
- leikkauspiirrokset
- detaljipiirrokset
- käyttö- ja huolto-ohje.(21)

Kohteesta on laadittu jätevesiselvitys ja sen pohjalta suunnitelma uudesta järjestelmästä. Uudeksi järjestelmäksi valittiin Biolan Trio pienpuhdistamo. Maanhaimeytykselle vaadittava tila osoittautui liian isoksi, jotta se olisi tontille ollut järkevää tehdä. Lisäksi maaperä on pääosin huonosti vettä imevää savea, joten maata olisi jouduttu imeyttämisen toteuttamiseen vaihtamaan huomattavasti. Vanhan järjestelmän hyödyntäminen ei tässä tapauksessa ole taloudellisesti järkevää, koska kyseessä on vanha betonirenkaista rakennettu saostuskaivojärjestelmä. Umpisäiliöt eivät myöskään ole järkevä vaihtoehto, koska kiinteistö ei sijaitse herkästi pilaantuvan maaperän-, eikä pohjavesialueella. Lisäksi säiliöiden tyhjennys aiheuttaa vuosittaisia ylimääräisiä kuluja. Selvitys on esitetty liitteessä 13 ja suunnitelma liitteessä 14.

7 YHTEENVETO

Työn päätarkoituksena oli selvittää Utajärvellä sijaitsevan 1,5 -kerroksisen hirsi-rakenteiseen omakotitaloon vaihtoehtoja lvi-järjestelmien parantamiseen ja laatia niistä suunnitelmat kesällä 2014 alkavaan energiaremonttiin. Nykyiset järjestelmät kaipaavat osittain päivitystä.

Tämänhetkinen ilmanvaihto ei vastaa nykyajan vaatimuksia. Tilalle suunniteltiin uusi nykyisten määräysten mukainen koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla. Järjestelmä tulee parantamaan sisäilman laatua ja sitä kautta lisäämään asuinmukavuutta. Uusi järjestelmä on helppo toteuttaa käytännössä, sillä rakenteita ei tarvitse purkaa ja likaisissa tiloissa voi osittain hyödyntää vanhoja kanavia.

Jätevesien käsittelystä laadittiin selvitys ja uusi suunnitelma korvaamaan vanha määräykset täyttämätön järjestelmä. Tontin tiheän rakennuskannan takia pihalta ei löytynyt tarpeeksi tilaa maahanimeytykseen. Lisäksi maa on suurilta osin huonosti vettä imevää savea, joten imeytykseen olisi pitänyt vaihtaa maata runsaasti. Lisäksi usein työkoneet jättävät pihamaalle jälkensä. Järjestelmävalinnassa päädyttiin pienpuhdistamoon. Puhdistamoksi valittiin Biolan Trio 3-osainen järjestelmä, joka on suurin piirtein vanhan järjestelmän kokoinen ja täyttää jätevesiasetuksen kaikilta osin.

Nykyisen suorasähkölämmitysjärjestelmän tilalle laadittiin suunnitelma uudesta järjestelmästä, jossa lämmönlähteenä toimii lämpökaivo ja lämmitysjärjestelmänä vesiradiaattorit. Tällä järjestelmällä säästettäisiin 4000 kWh ostoenergiaa vuodessa, mikä nykyisellä sähkön hinnalla olisi noin 600 €:n säästö vuodessa. Toisaalta alkuinvestointi on kallis, minkä vuoksi takaisinmaksuaika venyisi yli lämpöpumppulaitteiston elinkaaren, mikäli sähkön hinnan oletetaan pysyvän suunnilleen vakiona. Taloudellisesti järkevintä olisi jättää lämmitysjärjestelmä nykyiselleen ja lämmittää kiinteistöä polttopuilla aktiivisesti lämmityskaudella, niin kuin on aikaisemminkin tehty.

LÄHTEET

1. Energiatehokkuussopimukset. 2013. Motiva. Saatavissa:
<http://www.motiva.fi/toimialueet/energiatehokkuussopimukset>. Hakupäivä 17.1.2014
2. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. 2012. Ympäristöministeriö. Saatavissa:
http://www.motiva.fi/files/5894/Perustelumustio_asetusluonnoksen_lausuntokierrosta_varten._4.6.2012.pdf. Hakupäivä 17.1.2014.
3. Rakennusten energiatehokkuutta koskeva lainsäädäntö. 2013. Ympäristöministeriö. Saatavissa: http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakennuksen_energiatehokkuutta_koskeva_lainsaadanto. Hakupäivä 19.1.2014.
4. 50/2013. Laki rakennuksen energiatodistuksesta. 2013. Saatavissa:
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130050#Pid2153780>. Hakupäivä 21.1.2014.
5. Ympäristöministeriön asetus rakennusten energiatehokkuudesta. 2011. Ympäristöministeriö. Saatavissa:
www.edilex.fi/data/rakentamismaaraykset/d3_2012_perustelut.pdf. Hakupäivä 23.1.2014.
6. 4/13. Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiatehokkuuden parantamisesta korjaus- ja muutostöissä. Ympäristöministeriö. Saatavissa:
www.ym.fi/download/noname/%7B924394EF-BED0-42F2-9AD2-5BE3036A6EAD%7D/31396. Hakupäivä 24.1.2014.
7. Talotekniikka. 2014. Teknologiateollisuus. Saatavissa:
<http://www.teknologiateollisuus.fi/fi/palvelut/talotekniikka.html>. Hakupäivä 30.1.2014.

8. Mihin lämpöä tarvitaan?. 2013. Motiva. Saatavissa:
http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/mihin_lammpoa_tarvitaan. Hakupäivä 1.2.2014.
9. Energiatehokas ilmanvaihto. 2013. Motiva. Saatavissa:
http://www.motiva.fi/files/3180/Energiatehokas_ilmanvaihto.pdf. Hakupäivä 1.2.2014.
10. Vesi- ja viemärlaitteet. 2011. Motiva. Saatavissa:
http://www.motiva.fi/rakentaminen/rakentajan_ohjeet/hyva_talo/vesi_ja_viemarilaitteet. Hakupäivä 3.2.2014.
11. Vedenkulutus. 2013. Motiva. Saatavissa:
http://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/mihin_energiaa_kuluu/vedenkulutus Hakupäivä 3.2.2014.
12. Rakennusten automaation vaikutus energiatehokkuuteen. 2012. Ympäristöministeriö. Saatavissa:
http://www.avoinautomaatio.fi/doc/standardi_sfs-en_15232/Rakennusten-automaation-vaikutus-energiatehokkuuteen.pdf. Hakupäivä 4.2.2014.
13. LVI 02-40078 Energiatehokkuus rakentamisessa. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www-rakennustieto-fi.ezp.oamk.fi:2047/kortistot/tuotteet/104820.html.stx> (Vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 4.2.2014.
14. Pientalon energiatehokkuuden parantaminen. 2011. Viihtyisäkoti.fi. Saatavissa: http://www.prkk.fi/files/pdf/2612/1_09vbkpientalon.pdf. Hakupäivä 6.2.2014
15. Lehtinen, Jari 2013. Maalämpöpumpun ja maalämmön valinta. Lämpövinkki.fi. Saatavissa:
http://www.lampovinkki.fi/DowebEasyCMS/Sivusto/Dokumentit/ladattavat_oppaatjatyoka-

- lut/Maal%C3%A4mp%C3%B6pumpun%20ja%20maal%C3%A4mm%C3%B6n%20valinta%20pikaopas.pdf. Hakupäivä: 1.4.2014
16. C4 (2003). 2003. Lämmöneristys. Ohjeet 2003. C4 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/1931-C4s.pdf>. Hakupäivä: 2.4.2014
17. Nibe F1245 Maalämpöpumppu. 2010. Nibe Oy. Saatavissa: <http://www.nibe.fi/nibedocuments/12045/M10940-1.pdf> Hakupäivä: 3.4.2014
18. Lämpöpumppujärjestelmän suunnittelu. SULPU Ry. Saatavissa <http://lampopumput.info/foorumi/index.php?PHPSESSID=k5sm9hd2ioupj985gbeob7m1u7&action=dlattach;topic=1138.0;attach=491> Hakupäivä: 3.4.2014
19. Maalämpöpumppuopas. 2014. Nibe Oy. Saatavissa: <http://www.nibe.fi/upload/haato/Ohjeet/NIBE%20MLP%20OPAS%201335-6.pdf> Hakupäivä: 6.4.2014
20. Tekninen käsikirja – Ilmankäsittelykoneet 2010. Fläkt Woods Oy
21. Hallanaro, Eeva-Liisa - Kujala-Räty, Katriina. 2011. Haja-asutuksen jätevedet: Lainsäädäntö ja käytännöt. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/38826>. Hakupäivä: 2.4.2014
22. LVI 23-10540 Haja-asutuksen jätevesien käsittely. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/11133.html.stx> (Vaatii käyttäjälisenssin.) Hakupäivä: 6.4.2014

LIITTEET

Liite 1 Kiinteistön energiankulutustiedot

Liite 2 U-arvot

Liite 3 Lämpöhäviöt

Liite 4 Savupiipun lämmitysteho

Liite 5 Lämmitysjärjestelmän suunnitelma

Liite 6 Maalämpöpumpun kytkentäkaavio

Liite 7 Lämpimän käyttöveden riittävyys ja maalämpöpumpun tehotilavuus

Liite 8 Lämpöpumpun asennussarja

Liite 9 Porakaivon syvyys

Liite 10 Ilmavirrat ja laskentaperusteet

Liite 11 Ilmanvaihtosuunnitelma

Liite 12 Tilojen äänitasot

Liite 13 Jätevesiselvitys

Liite 14 Suunnitelma uudesta jätevesijärjestelmästä

Sähkö- ja lämmitysenergian kulutus

	2011	2012	2013	KA
Tammi		2233,1	2096,7	2164,9 Kwh/kk
Helmi		2325,9	1633,3	1979,6
Maalis		1477,2	1959,5	1718,4
Huhti		1317,6	1210,8	1264,2
Touko		735,9	716,8	726,4
Kesä		523,4	429,9	476,7
Heinä		447,8	437,3	442,6
Elo	461,7	472,4	455	463,0
Syys	537,5	523,2	514,1	524,9
Loka	861,1	952,2	879,4	897,6
Marras	1297,7	1330,4	1166,1	1264,7
Joulu	1585,7	2450,3	1710,1	1915,4
YHTEENSÄ	4743,7	14789,4	13209	13838,2 Kwh/a

Käyttövesi:

$$Q_{\text{käyttövesi}} = 1000 \text{ kWh} + (1000 \text{ kWh} \times 2 \text{ hlö}) = 3000 \text{ kWh/a}$$

Kuluttajalaitteiden ja valaistuksen sähkön kulutus:
 $((KA \text{ Kesä} + KA \text{ Heinä} + KA \text{ Elo}) / 3) \times 12 \text{ kk} - Q_{\text{käyttövesi}}$

$$Q/a = 2528,4 \text{ Kwh/a}$$

Lämmityksen sähkön kulutus:

$$\frac{KA \text{ Tammi} + KA \text{ Helmi} + KA \text{ Maalis} + KA \text{ Huhti} + KA \text{ Touko} + KA \text{ Syys} + KA \text{ Loka} + KA \text{ Marras} + KA \text{ Joulu}}{\text{Lämmityskuukausien määrä 9kk}} - K \text{ laitteet ja val./kk}$$

$$Q_{\text{lämmitys kuukaudessa}} = 923,3 \text{ Kwh/kk}$$

$$Q_{\text{lämmitys vuodessa}} = 8309,7 \text{ Kwh/a}$$

Muu lämmitys:

$$\text{Sekapuu 4 pino-m}^3 = 5320 \text{ kWh/a} \quad (\text{Halkoliiteri.com 1 pino-m}^3 \text{ sisältää 1330 kWh energiaa.})$$

$$\text{Ilmalämpöpumppu} = 1000 \text{ kWh/a} \quad (\text{RakMk:n osa D5.})$$

Lämmitysenergia vuodessa:

$$Q_{\text{lämmitys}} = 8310 + 5320 + 1000 = 14\,630 \text{ kWh/a}$$

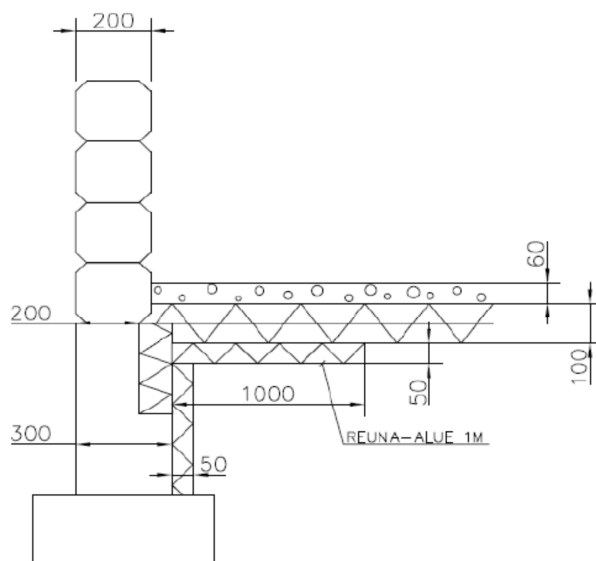
$$\frac{Q_{\text{lämmitys}} / \text{m}^2 / \text{a} = 14\,630 \text{ kWh/a}}{106 \text{ m}^2} = 138 \text{ kWh/m}^2 / \text{a}$$

ALAPOHJA REUNA

Rakenne	d	λ_n	R
	m	W/m°C	m ² °C/W
R _{si}			0,17
Betoni	0,06	1,2	0,05
Styrox	0,15	0,04	3,75
Sora			0,20
R _b			0,80
ΣR			4,97 m ² °C/W
U			0,20 W/m²°C

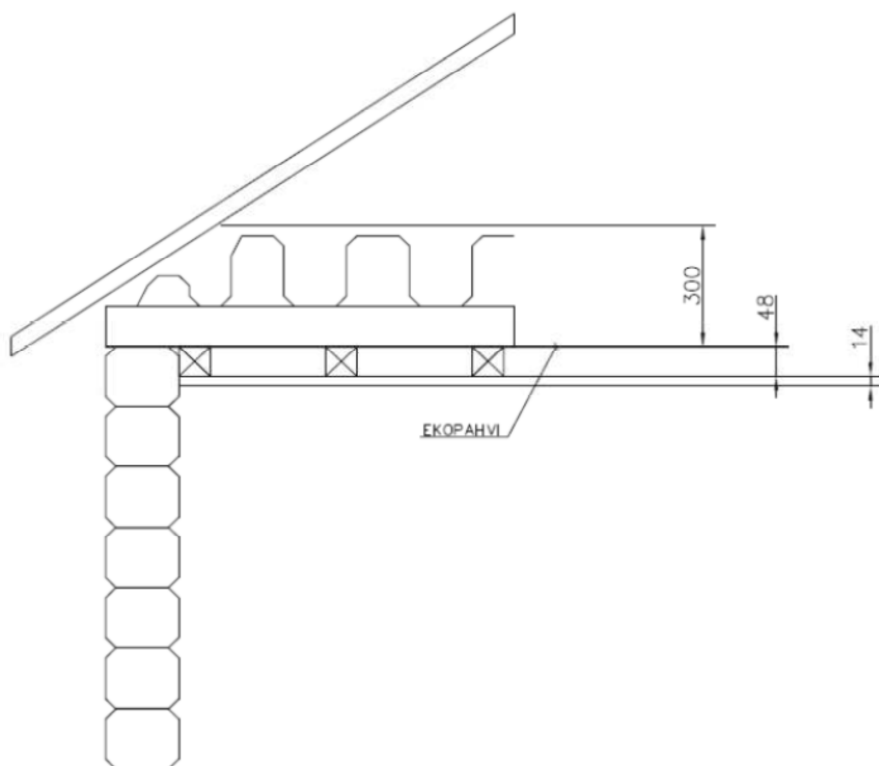
ALAPOHJA SISÄ

Rakenne	d	λ_n	R
	m	W/m°C	m ² °C/W
R _{si}			0,17
Betoni	0,06	1,2	0,05
Styrox	0,15	0,04	3,75
Sora			0,20
R _b			3,20
ΣR			7,37 m ² °C/W
U			0,14 W/m²°C



YLÄPOHJA 1

Rakenne	d	λ_n	R
	m	W/m°C	m ² °C/W
R _{si}			0,10
puupaneeli	0,014	0,12	0,12
ilmaväli R _g			0,04
Ekopahvi R _q			0,02
Mineraalivilla	0,3	0,036	8,33
R _u			0,30
R _{se}			0,04
ΣR			8,95 m ² °C/W
U			0,11 W/m ² °C

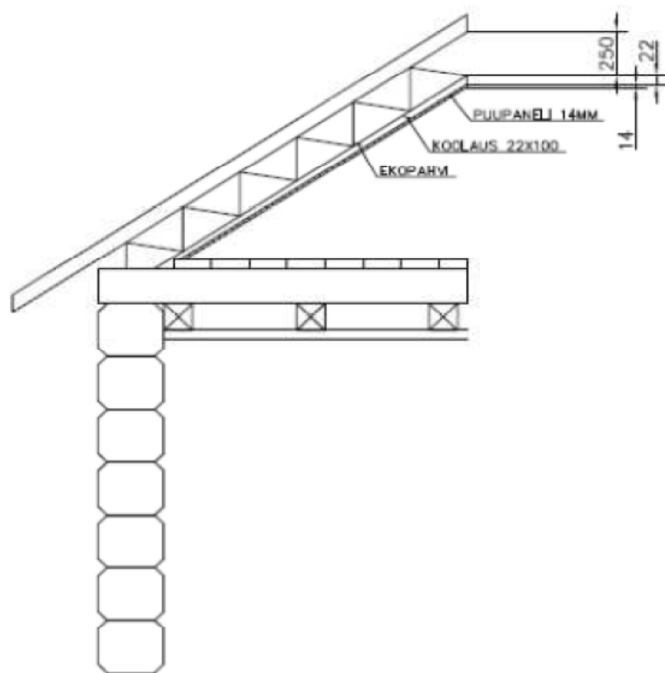


YLÄPOHJA 2

Rakenne	d	λ_n	R
	m	W/m°C	m ² °C/W
R _{si}			0,10
puupaneeli	0,014	0,12	0,12
ilmaväli R _g			0,04
Ekopahvi R _q			0,02
Mineraalivilla	0,25	0,036	6,94
R _u			0,30
R _{se}			0,04

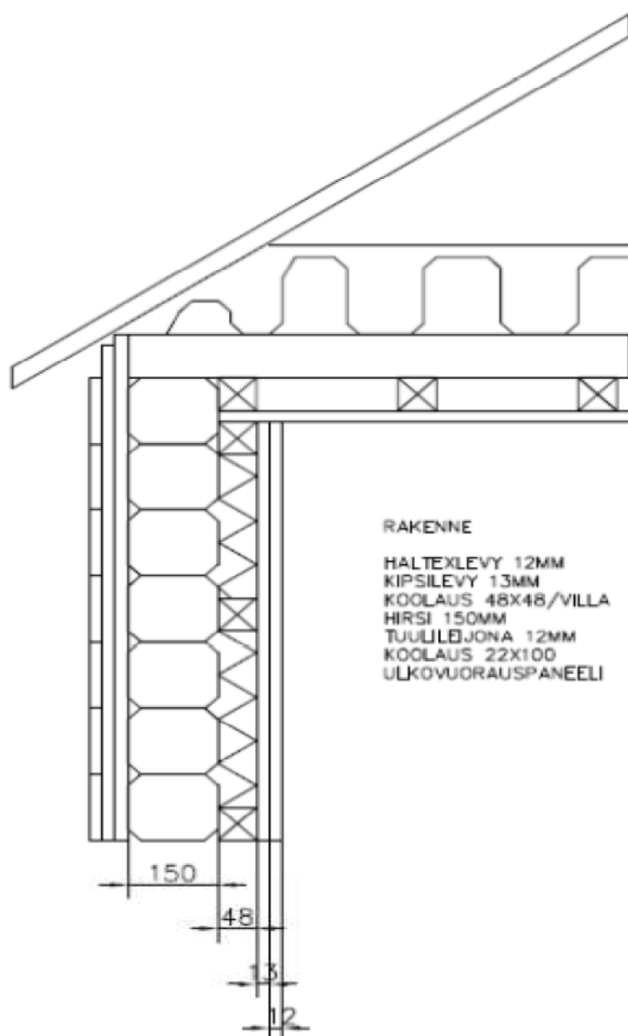
ΣR	7,56 m ² °C/W
------------	--------------------------

U	0,13 W/m ² °C
---	--------------------------



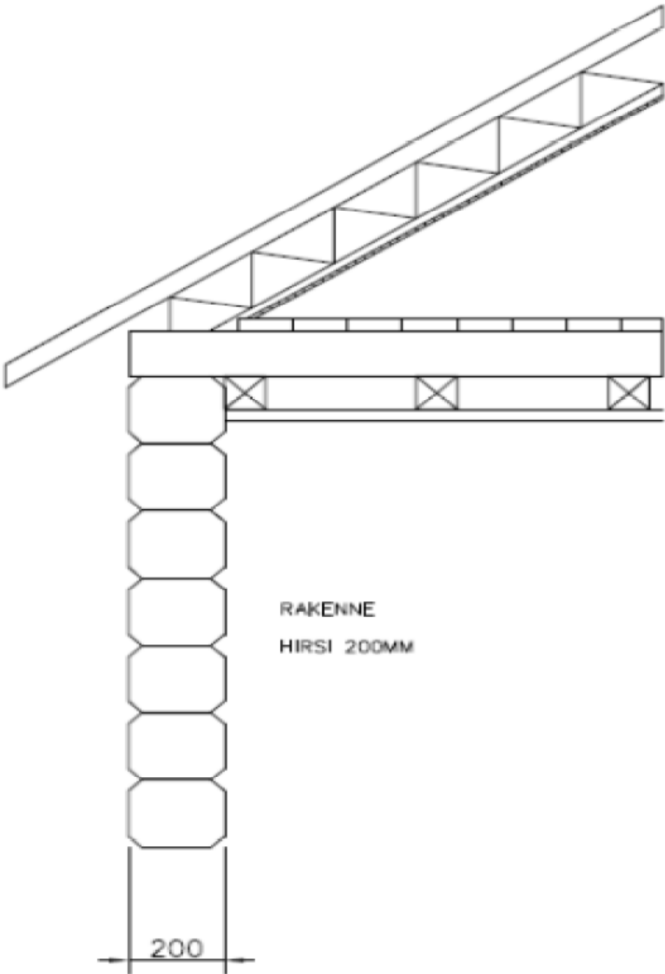
HIRSEINÄ 1

Rakenne	d	λ_n	R
	m	W/m ² C	m ² C/W
Rsi			0,13
haltex	0,012	0,049	0,24
kipso	0,013	0,21	0,06
min.villa	0,05	0,036	1,39
hirs	0,15	0,12	1,25
tuulileijona	0,012	0,056	0,21
Tuuletettu ilmarako Rse			0,13
		ΣR	3,42 m ² C/W
		U	0,29 W/m²C



HIRSEINÄ 2

Rakenne	d	λ_n	R
	m	W/m°C	m ² °C/W
Rsi			0,13
hirsi	0,2	0,12	1,67
Rse			0,04
ΣR			1,84 m ² °C/W
U			0,54 W/m ² °C



LÄMPÖHÄVIÖRAPORTTI
Päiväys:
MUUTOS
ALPO JA KAISA SEPPÄNEN
PUOLANGANTIE 319
91630 UTAJÄRVI

TILA N:o	Nimitys	m ²	m ³	Korkeus (m)	Sisä (°C)	Ulko (°C)	Kerros
	1 MH		13	32	2,5	20	-32 LAMMITYSTEHOT,drw
TILAN LÄMPÖHÄVIÖTIEDOT							
IKKUNA/OVI	Leveys(m)	Korkeus(m)	U W/(m ² °C)	dt	P(W)		
Ikkuna	1.tammi		1,2	1	52	75	
Ikkuna	0,9		1,2	1	52	56	
SEINÄ	Ala (m ²)	Paksuus (mm)	U W/(m ² °C)	dt	P (W)		
Ulkoseinä	15,5		235	0,29	52	233	
ALAPOHJA	Ala (m ²)		U W/(m ² °C)	dt	P (W)		
Maanvarainen	12,9			0,14	16	29	
YLÄPOHJA	Ala (m ²)		U W/(m ² °C)	dt	P (W)		
Ulkoilmaa vasten	12,9			0,11	52	74	
VUOTOILMA	m ³		Kerroin (1/h)	dt	P (W)		
	32,2			0,1	52	55	
YHTEISLÄMPÖHÄVIÖ	Kerroin		W/m ²	W/m ³	W		
	1,1			46,2	18,8	600	

TILA N:o	Nimitys	m ²	m ³	Korkeus (m)	Sisä (°C)	Ulko (°C)	Kerros
	2 MH		9,5	24	2,5	20	-32 LAMMITYSTEHOT,drw
TILAN LÄMPÖHÄVIÖTIEDOT							
IKKUNA/OVI	Leveys(m)	Korkeus(m)	U W/(m ² °C)	dt	P(W)		
Ikkuna	1,2		1,2	1	52	75	
Ikkuna	0,9		1,2	1	52	57	
SEINÄ	Ala (m ²)	Paksuus (mm)	U W/(m ² °C)	dt	P (W)		
Ulkoseinä	29,2		235	0,29	52	441	

ALAPOHJA	Ala (m²)		U W/(m²°C)	dt	P (W)	
Maanvarainen	9,6		0,14		16	22
YLÄPOHJA	Ala (m²)		U W/(m²°C)	dt	P (W)	
Ulkoilmaa vasten	9,6		0,11		52	55
VUOTOILMA	m³		Kerroin (1/h)	dt	P (W)	
	24,1		0,1		52	41
YHTEISLÄMPÖHÄVIÖ	Kerroin		W/m²	W/m³	W	
	1,1		83,5		33	793
TILA N:o	Nimitys	m²	m³	Korkeus (m)	Sisä (°C)	Ulko (°C) Kerros
3 ET			6	15	2,5	20 -32 LAMMITUSTEHOT,drw
TILAN LÄMPÖHÄVIÖTIEDOT						
IKKUNA/OVI	Leveys(m)	Korkeus(m)	U W/(m²°C)	dt	P(W)	
Ovi	1		2,1	1	52	108
Ikkuna	0,9		1,2	1	52	56
SEINÄ	Ala (m²)	Paksuus (mm)	U W/(m²°C)	dt	P (W)	
Ulkoseinä	4		200	0,54	52	113
Ulkoseinä	1		300	0,17	4	1
ALAPOHJA	Ala (m²)		U W/(m²°C)	dt	P (W)	
Maanvarainen	6		0,14		16	14
YLÄPOHJA	Ala (m²)		U W/(m²°C)	dt	P (W)	
Ulkoilmaa vasten	6		0,11		52	35
VUOTOILMA	m³		Kerroin (1/h)	dt	P (W)	
	15,1		0,1		52	26
YHTEISLÄMPÖHÄVIÖ	Kerroin		W/m²	W/m³	W	
	1		58,3		23,3	350
TILA N:o	Nimitys	m²	m³	Korkeus (m)	Sisä (°C)	Ulko (°C) Kerros
4 WC			2	4,5	2,5	20 -32 LAMMITUSTEHOT,drw
TILAN LÄMPÖHÄVIÖTIEDOT						
ALAPOHJA	Ala (m²)		U W/(m²°C)	dt	P (W)	
Maanvarainen	1,8		0,14		16	4
YLÄPOHJA	Ala (m²)		U W/(m²°C)	dt	P (W)	

Ulkoilmaa vasten	1,8			0,11	52	10
VUOTOILMA	m ³		Kerroin (1/h)	dt	P (W)	
	4,5		0,1		52	8
YHTEISLÄMPÖHÄVIÖ	Kerroin		W/m ²	W/m ³	W	
	1		11		4,9	22
TILA N:o	Nimitys	m ²	m ³	Korkeus (m)	Sisä (°C)	Ulko (°C) Kerros
5 AULA			4	10	2,5	-32 LAMMITUSTEHOT,drw
TILAN LÄMPÖHÄVIÖTIEDOT						
ALAPOHJA	Ala (m ²)		U W/(m ² °C)	dt	P (W)	
Maanvarainen	4,1		0,14		16	9
YLÄPOHJA	Ala (m ²)		U W/(m ² °C)	dt	P (W)	
Ulkoilmaa vasten	4,1		0,11		52	23
VUOTOILMA	m ³		Kerroin (1/h)	dt	P (W)	
	10,2		0,1		52	17
YHTEISLÄMPÖHÄVIÖ	Kerroin		W/m ²	W/m ³	W	
	1		12,5		5	50
TILA N:o	Nimitys	m ²	m ³	Korkeus (m)	Sisä (°C)	Ulko (°C) Kerros
6 SAUNA			6,5	16,5	2,5	-32 LAMMITUSTEHOT,drw
TILAN LÄMPÖHÄVIÖTIEDOT						
IKKUNA/OVI	Leveys(m)	Korkeus(m)	U W/(m ² °C)	dt	P(W)	
Ikkuna	0,6		0,5	1	52	16
Ikkuna	0,6		0,5	1	52	16
SEINÄ	Ala (m ²)	Paksuus (mm)	U W/(m ² °C)	dt	P (W)	
Ulkoseinä	7,6		235	0,29	52	115
ALAPOHJA	Ala (m ²)		U W/(m ² °C)	dt	P (W)	
Maanvarainen	6,6		0,14		16	15
VUOTOILMA	m ³		Kerroin (1/h)	dt	P (W)	
	16,5		0,1		52	28
YHTEISLÄMPÖHÄVIÖ	Kerroin		W/m ²	W/m ³	W	
	1		29,1		11,5	189

TILA N:o	Nimitys	m ²	m ³	Korkeus (m)	Sisä (°C)	Ulko (°C)	Kerros
	7 OH/K/KHH		38,5	97	20	-32	LAMMITUSTEHOT,drw
TILAN LÄMPÖHÄVIÖTIEDOT							
IKKUNA/OVI	Leveys(m)	Korkeus(m)	U W/(m ² °C)	dt	P(W)		
Ovi	0,9		2,1	1	52	100	
Ikkuna	1,2		1,2	1	52	75	
Ikkuna	1,2		1,2	1	52	74	
Ikkuna	1,2		1,2	1	52	75	
Ikkuna	1,2		1,2	1	52	75	
Ikkuna	0,9		1,2	1	52	57	
SEINÄ	Ala (m ²)	Paksuus (mm)	U W/(m ² °C)	dt	P (W)		
Ulkoseinä	38,5		200	0,54	52	1080	
ALAPOHJA	Ala (m ²)		U W/(m ² °C)	dt	P (W)		
Maanvarainen	38,7			0,14	16	87	
YLÄPOHJA	Ala (m ²)		U W/(m ² °C)	dt	P (W)		
Ulkoilmaa vasten	38,7			0,13	52	262	
VUOTOILMA	m ³		Kerroin (1/h)	dt	P (W)		
	96,8			0,1	52	165	
YHTEISLÄMPÖHÄVIÖ	Kerroin		W/m ²	W/m ³	W		
	1,1			61,2	24,3	2357	

TILA N:o	Nimitys	m ²	m ³	Korkeus (m)	Sisä (°C)	Ulko (°C)	Kerros
	8 TK		6	15	20	-32	LAMMITUSTEHOT,drw
TILAN LÄMPÖHÄVIÖTIEDOT							
IKKUNA/OVI	Leveys(m)	Korkeus(m)	U W/(m ² °C)	dt	P(W)		
Ikkuna	0,9		0,5	1	52	24	
Ikkuna	0,6		0,5	1	52	16	
Ovi	1		2,1	1	52	108	
Ikkuna	0,6		0,5	1	52	15	
Ikkuna	0,9		0,5	1	52	24	
SEINÄ	Ala (m ²)	Paksuus (mm)	U W/(m ² °C)	dt	P (W)		
Ulkoseinä	22		235	0,29	52	332	
ALAPOHJA	Ala (m ²)		U W/(m ² °C)	dt	P (W)		

Savupiipun lämmitysteho:

Piipun pinta-ala: $2,7 \text{ m}^2$

Piipun keskimääräinen pintalämpötila lämmityskaudella 35 °C OLETUS

Rakennuksen sisälämpötila 20 °C

Konvektio:

$$Pr = \frac{\rho \beta C_p}{\lambda} = \frac{1,2 \text{ kg/m}^3 \times 15 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} \times 1000 \text{ J/kgK}}{0,03 \text{ W/mK}} = 0,6$$

$$Gr = \frac{g \beta \Delta T L^3}{\nu^2} = \frac{9,81 \times 2,85 \times 10^{-3} \times 10 \text{ K} \times 1,7^3 \text{ m}}{1,50 \times 10^{-5}} = 6,10 \times 10^9$$

$$Nu = 0,59 \times (Gr Pr)^{1/4} = 145,15$$

$$\alpha = \frac{Nu \times \lambda}{L} = \frac{145,15 \times 0,03}{1,7} = 2,56 \text{ W/m}^2\text{K}$$

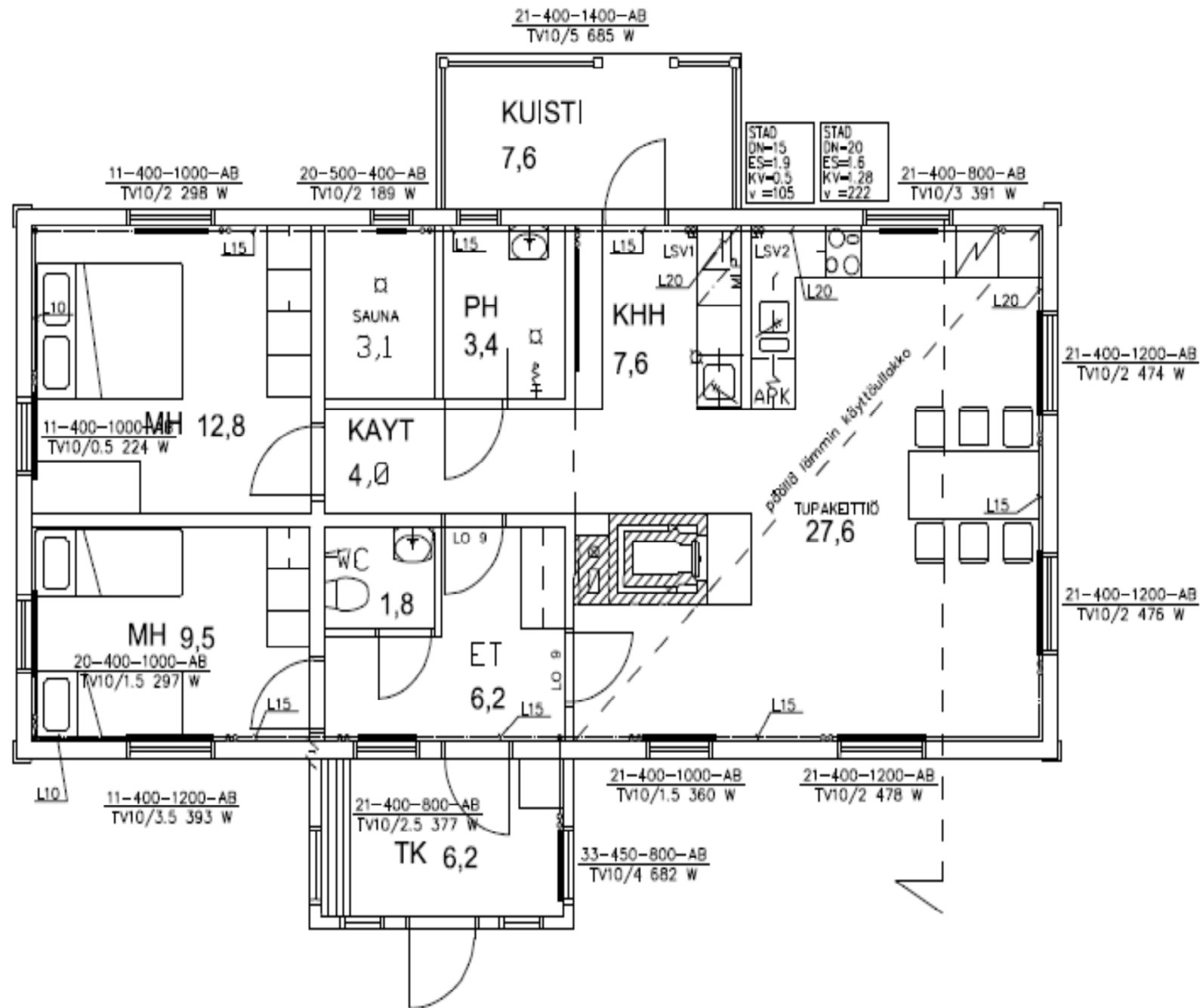
$$\Phi_{\text{konvektio}} = \alpha A \Delta T = 2,56 \text{ W/m}^2\text{K} \times 2,7 \text{ m}^2 \times 15 \text{ K} = 222,7 \text{ W}$$

Säteily:

$$\begin{aligned} \Phi_{\text{säteily}} &= F_1 A_1 \delta (\epsilon_1 T_{\text{kipi}}^4 - \epsilon_2 T_{\text{ymp}}^4) = 1 \times 2,7 \text{ m}^2 \times 5,67 \times 10^{-8} (0,95 \times 308,15 \text{ K}^4 - 0,9 \times 293,15 \text{ K}^4) \\ &= 293,8 \text{ W} \end{aligned}$$

Lämmitysteho:

$$\Phi = 2 \times (\Phi_{\text{säteily}} + \Phi_{\text{konvektio}}) = 810,3 \text{ W}$$



MAALÄMPÖPUMPPU: NIBE F1245-8, COP: 3,54
 USÄKSI PUSKURIVARAAJA UKV-100
 LÄMMÖNLÄHDE: LÄMPÖKAIVO, SYVYYS TARKISTETTAVA PORAUKSEN YHTEYDESSÄ

KAIKKI RUNKOPUTKET ERISTETÄÄN SARJAN 22 MUKAAN

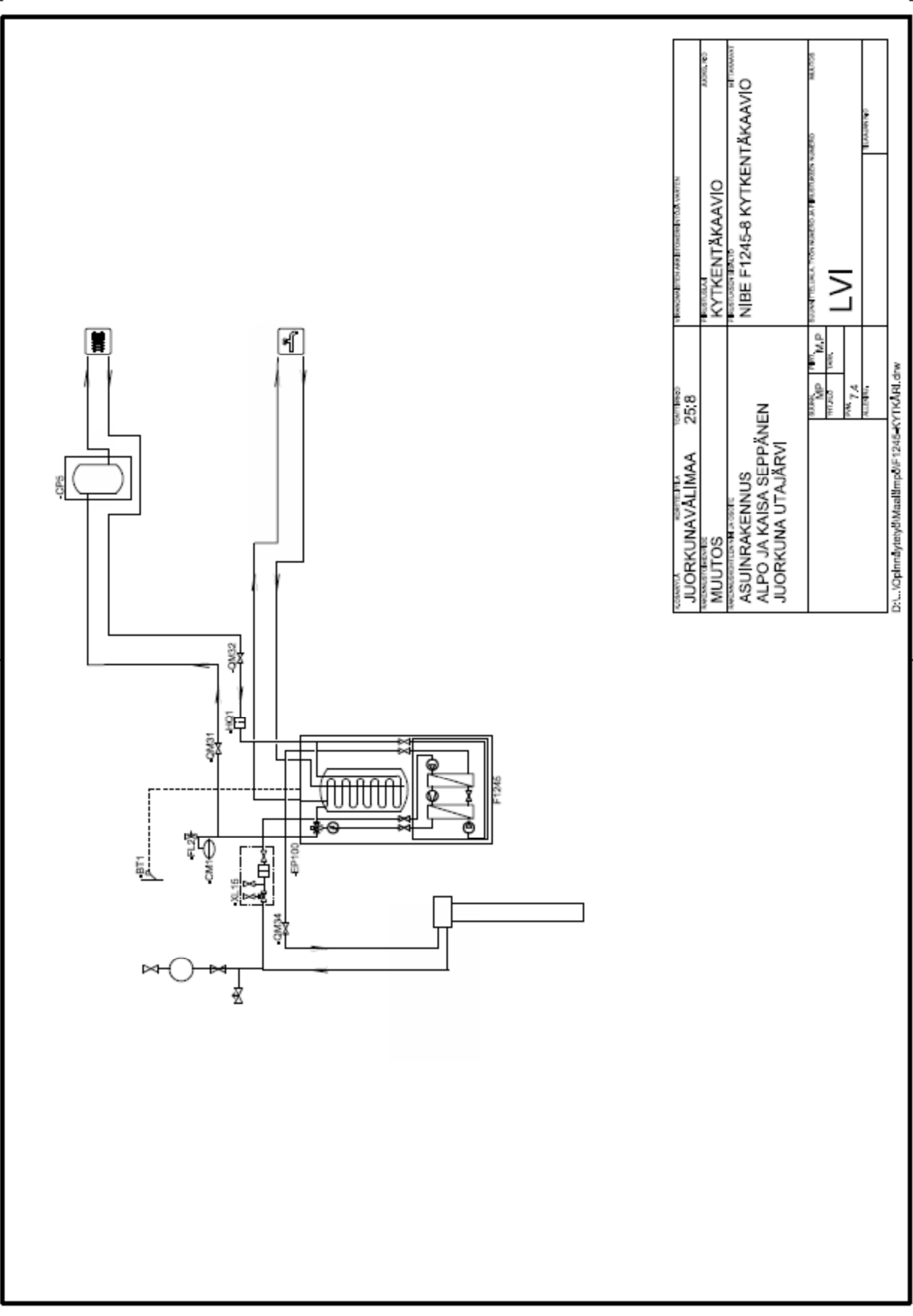
Lämmitys
Kokonaisvirtaus 327 l/h
Virtauspään yhteisteho 5324 W
Kokonaispainehäviö (siirrin mukana) 20.8 kPa
Siirtimen painehäviö 10 kPa
Verkon neste: Vesi
Nesteen mitoituslämpötilat 55 / 45 C°
Nesteen toteutunut paluulämpötila 41 C°

Lämmitys TILAVUUS	
PATTERIT	0.046 m3
PUTKET	0.023 m3
YHTEENSÄ	0.069 m3

Lämmitys LINJASÄÄTÖVENTTIILILUETTELO					
NUMERO	VALMISTAJA JA KOKO	KV	ES.	kPa	l/h
1	STAD 15	0.5	1.9	4.4	105.4
2	STAD 20	1.28	1.6	3	221.8

KOKO/KOKO	PORTIT/PORTIT	TYÖT/RYÖT	REKONSTRUKTION REKONSTRUKTION VÄRI
JUORKUNAVÄLIMAA	25:8		
REKONSTRUKTION		REKONSTRUKTION	REKONSTRUKTION
MUUTOS		LVI	
REKONSTRUKTION NIMI JA Osoite		REKONSTRUKTION NIMI	REKONSTRUKTION
ALPO JA KAISA SEPPÄNEN		LÄMMITYS	1:50
PUOLANGANTIE 319		1. KERROS	
91630 UTAJÄRVI			
	SKAL M.P.	PER. M.P.	SKAL M.P. TÖN NIMI JA REKONSTRUKTION NIMI
	WTHO	TRE	
	24.3		
	ALLUVA		
	MAKRO P/REKONSTRUKTION		
			REKONSTRUKTION

D:\... \Opinnäytetyö\Piirustukset\Lämmityskuvat1.drw



LÄMPIMÄN KÄYTTÖVEDEN RIITTÄVYYDEN TARKISTAMINEN:

Maalämpöpumppu NIBE F1245-8

Antoteho (B 0/W 50) 6,9 kW

Varaaja 180 l

Lämmityksen virtauspäiden yhteisteho 5324 W

RVV-käsikirjan mukaan:

$$Q = 3 \text{ hlö} \cdot 5000 \text{ Wh/hlö} = 15\,000 \text{ Wh}$$

$$\emptyset = \frac{15000 \text{ Wh}}{1,3 \text{ h}} = 11\,540 \text{ W}$$

$$Q_{\text{säiliö}} = (11\,540 \text{ W} - 5324 \text{ W}) \times 1,3 \text{ h} = 8081 \text{ Wh}$$

$$V = \frac{8\,081 \text{ Wh} \times 0,86 \text{ dm}^3 \cdot ^\circ\text{C}}{(60^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C})} = 140 \text{ l}$$

Lämmin käyttövesi riittää 3-4 hlön yhtä-aikaiseen kylpemiseen

MAALÄMPÖPUMPU TEHOTILAVUUS JA PUSKURIVARAAJAN VALINTA:

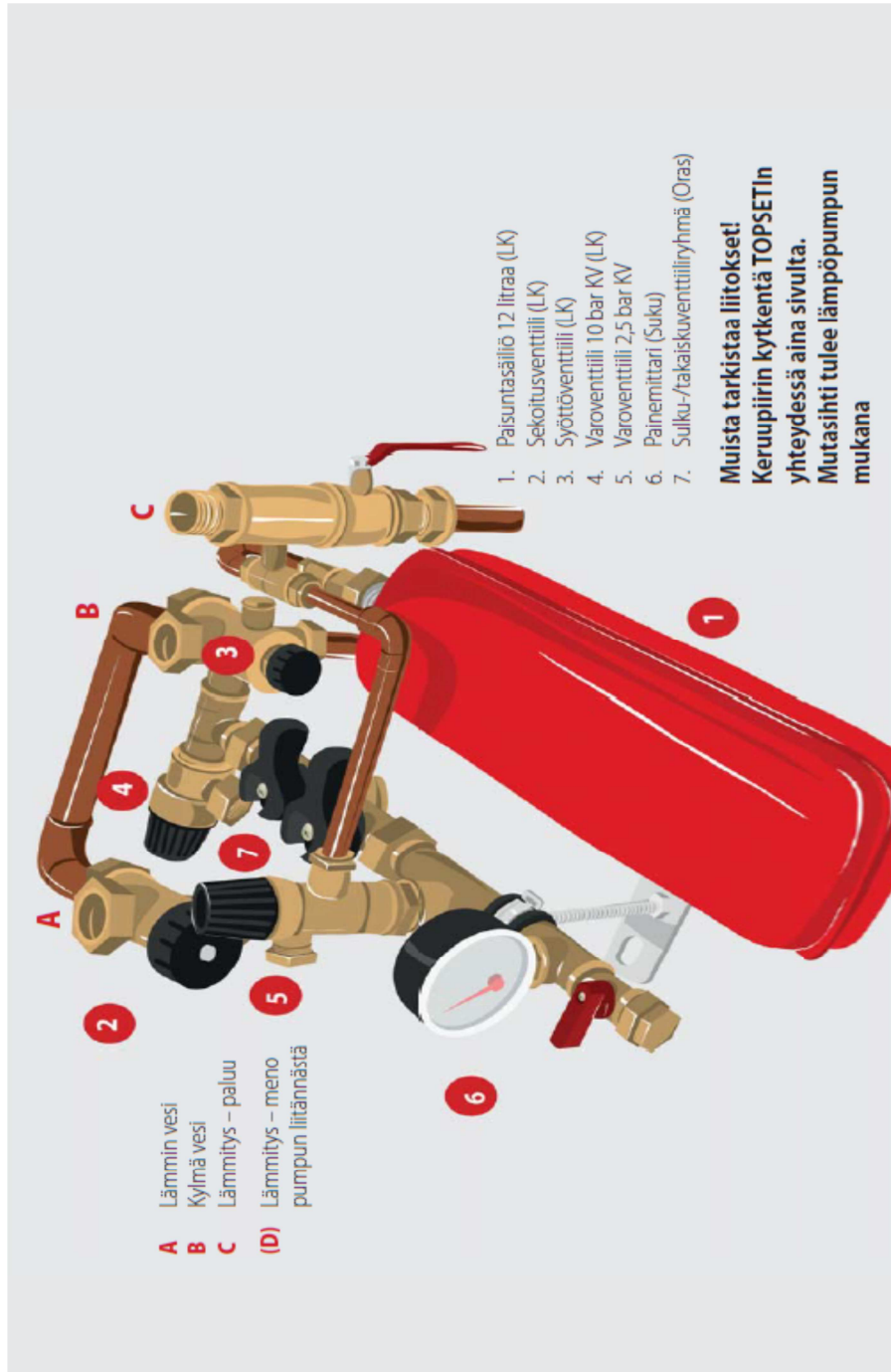
Lämmitysjärjestelmän tilavuus: 69 litraa

Lämmitysjärjestelmän teho: 5,3 kW

$$\text{Tehotilavuus} = \frac{69 \text{ litraa}}{5,3 \text{ kW}} = 13 \text{ l/kW} < 20 \text{ l/kW} \rightarrow \text{Tarvii puskurivaraajan}$$

Puskurivaraaja UKV-100:

$$\text{Tehotilavuus} = \frac{169 \text{ litraa}}{5,3 \text{ kW}} = 32 \text{ l/kW} > 20 \text{ l/kW} \rightarrow \text{OK!}$$



Lämpökaivon suuntaa antava mitoitus:

$$Q_{\text{lämmitys}} = 14\,630 \text{ kWh/a}$$

$$\phi_{\text{lämmitys}} = 5043 \text{ W}$$

Lämpökaivo III-alue	
kWh/m	130
W/m	34-38
Liuoksen Lt	- 2,5 .. +1

Energian mukaan:

$$H_{\text{kaivo}} = \frac{14\,630 \text{ kWh/a}}{130 \text{ kWh/m}} = 112 \text{ Metriä}$$

Tehon mukaan:

$$H_{\text{kaivo}} = \frac{5043 \text{ W}}{35 \text{ W/m}} = 144 \text{ Metriä}$$

Lämpökaivon syvyydeksi kustannuslaskelmaa varten arvioidaan ~150 metriä!

ILMAVIRTATARKASTELU

TILA	TULO	POISTO	
KEITTIÖ		-8	
KODINHOITOHUONE		-8	
KÄYTTÖULLAKKO	6	-6	
MAKUuhuONE1	12		
MAKUuhuONE2	8		
OLOHUONE	18		
PESUHUONE		-15	
SAUNA	6	-6	
WC		-10	
YHTEENSÄ:	50	-53	L/S

KERROSALA	106 M ²
TILAVUUS	297,5 M ³

TULOILMAVIRTA M ³ /H
180

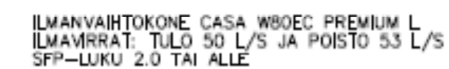
ALIPAINESUUS:	6,0 %
---------------	-------

ILMANVAIHTOKERROIN 1 / H	0,605 1 / H
--------------------------	-------------

TÄYTTÄÄ SUOMEN RAKMK -
OSAN D2 MÄÄRÄYKSET



D: \Opinnäytetyö\Piirrustukset\ILMA1.drw



IV—KONEEN RAITISILMAKANAVA KONDENSSEERISTETÄÄN 20MM SOLIKUMIERISTEELLÄ. ERISTEEN SAUMAKOHDAT UIMATAAN JA TEIPATAAN

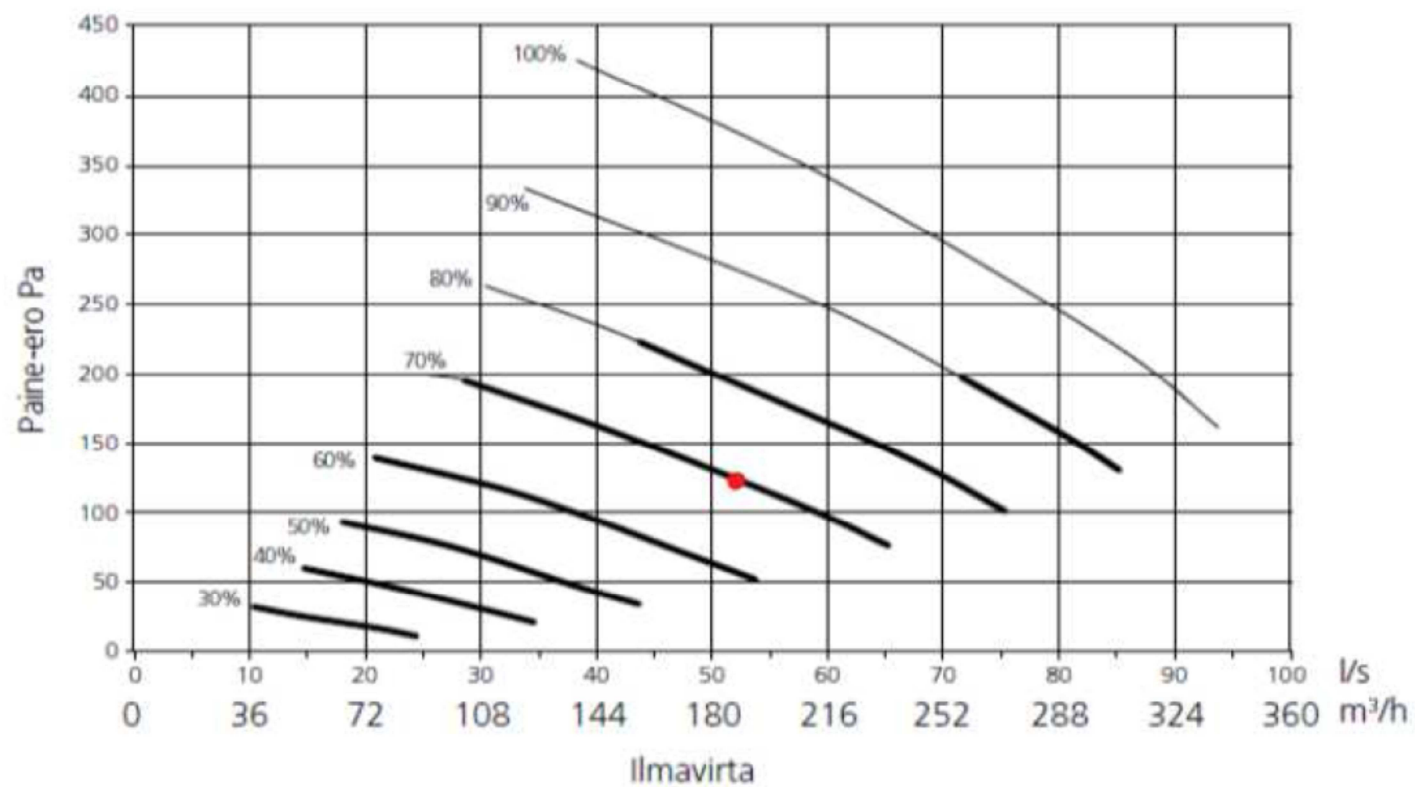
IV-KONEEN JÄTELMAKANAVA KONDENSsieristetään 13mm SOLUKUMIERISTEELLÄ JA KYLMÄLLÄ OSALLA LE50. KONDENSsieristeen SAUMAKOHDAT UIMATAAN JA TEIPATAAN.

VÄLIKATOLLA PUHALUSVILLOIHIN JÄÄVÄT KANAVAT LÄMPÖERISTETÄÄN
LE50 JA KYLMÄLTÄ OSALTA AINA LE100

IV-KONEEN KONDENSSEIVESI JOHDETAAN ALAKERRAN KHH:N
ALTAALLE CU 12MM, KONDENSSEIJOHTO VARUSTETAAN VESILUKOLLA.

KOKOAJA JUORKUNAVÄLIMAA	KORTTI/LEI 25: 8	REKISTERIN ARVOSTAMINEN LVI	REKISTERIN ARVOSTAMINEN LVI
REKISTERIN ARVOSTAMINEN ALPO JA KAISA SEPPÄNEN PUOLANGANTIE 319 91630 UTAJÄRVI	REKISTERIN ARVOSTAMINEN ILMASTOINTI 2. KERROS	REKISTERIN ARVOSTAMINEN LVI	REKISTERIN ARVOSTAMINEN LVI
REKISTERIN ARVOSTAMINEN LVI	REKISTERIN ARVOSTAMINEN LVI	REKISTERIN ARVOSTAMINEN LVI	REKISTERIN ARVOSTAMINEN LVI

Poistoilmavirta



Paksumpi linja = SFP 2.0 tai alle.

TULOILMA KANAVAT
MH 1
KANAVAPAIINEET

KTl-125 180°		40.7 Pa
Kanava	125 mm, 12.0 l/s, 0.2 m, 0.03 Pa	
Käyrä	125/90° mm, 12.0 l/s, 0.17 Pa	
Kanava	125 mm, 12.0 l/s, 0.9 m, 0.14 Pa	
Liitos	125/100 mm, 18.0/6.0 l/s, 1.39	
Kanava	125 mm, 18.0 l/s, 3.6 m, 1.11 Pa	
Liitos	125/100 mm, 26.0/8.0 l/s, 0.93 Pa	
Kanava	125 mm, 26.0 l/s, 0.3 m, 0.15 Pa	
Käyrä	125/90° mm, 26.0 l/s, 0.81 Pa	
Kanava	125 mm, 26.0 l/s, 4.7 m, 2.79 Pa	
Liitos	125/125 mm, 50.0/50.0 l/s, 12.51 Pa	
Kanava	125 mm, 50.0 l/s, 1.5 m, 2.69 Pa	
Kanava	125 mm, 50.0 l/s, 0.4 m, 0.71 Pa	
Käyrä	125/90° mm, 50.0 l/s, 3.01 Pa	
Kanava	125 mm, 50.0 l/s, 0.6 m, 1.19 Pa	
Yhteispainehäviö KTl-125 180° = 68 Pa		

ÄÄNET
KTl-125 180°

	dB(kan)	dB(pvaim)	A-korjaus	dB(A)
63 Hz	56	-20	-26	10
125 Hz	44	-17	-16	11
250 Hz	39	-13	-9	17
500 Hz	23	-10	-3	10
1000 Hz	8	-10	0	0
2000 Hz	3	-11	1	0
4000 Hz	0	-7	1	0
8000 Hz	0	-8	-1	0

Päätelaitteelta äänitaso ennen huonevaimennusta 21 dB(A)

KANAVAN PÄÄN ÄÄNITASO:

	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz
KTl-125 180°								
Äänitasot puhaltimella	75	71	68	61	57	54	50	42
Haarakappale, oksa	4_2F3B	72	68	65	58	54	51	47
Vaimennin	4_97F7	62	50	45	29	17	15	11
Käyräkappale, eristämätön	4_2F07	62	50	45	29	16	13	8
Haarakappale, läpi	4_2389	59	47	42	26	13	10	5
Käyräkappale, eristämätön	4_1E65	59	47	42	26	12	8	2
Haarakappale, läpi	4_1F21	56	44	39	23	9	5	0
Käyräkappale, eristämätön	4_1E5B	56	44	39	23	8	3	0
Äänitasot kanavan päässä	4_12B1	56	44	39	23	8	3	0
Äänitaso A-painotettuna	34 dB(A)							

Iv-laitteiden aiheuttama äänitaso huoneessa 24 dB (A)

MH 2

KANAVAPAIINEET

KTi-100 180°				40.3 Pa
Kanava	100 mm,	8.0 l/s,	0.2 m,	0.05 Pa 4_238A
Liitos	125/100 mm,	26.0/8.0 l/s,		4.17 Pa 4_2389
Kanava	125 mm,	26.0 l/s,	0.3 m,	0.15 Pa 4_1ED1
Käyrä	125/90° mm,	26.0 l/s,		0.81 Pa 4_1E65
Kanava	125 mm,	26.0 l/s,	4.7 m,	2.79 Pa 4_2F40
Liitos	125/125 mm,	50.0/50.0 l/s,		12.51 Pa 4_2F3B
Kanava	125 mm,	50.0 l/s,	1.5 m,	2.69 Pa 4_2F17
Kanava	125 mm,	50.0 l/s,	0.4 m,	0.71 Pa 4_2F0D
Käyrä	125/90° mm,	50.0 l/s,		3.01 Pa 4_2F07
Kanava	125 mm,	50.0 l/s,	0.6 m,	1.19 Pa 4_
Yhteispainehäviö KTi-100 180° = 68 Pa				

ÄÄNET

KTi-100 180°

	dB(kan)	dB(pvaim)	A-korjaus	dB(A)
63 Hz	59	-24	-26	9
125 Hz	47	-20	-16	11
250 Hz	42	-12	-9	21
500 Hz	26	-8	-3	15
1000 Hz	12	-8	0	4
2000 Hz	8	-10	1	0
4000 Hz	2	-7	1	0
8000 Hz	0	-8	-1	0

KANAVAN PÄÄN ÄÄNITASO:

KTi-100 180°		63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz
Äänitasot puhaltimella		75	71	68	61	57	54	50	42
Haarakappale, oksa	4_2F3B	72	68	65	58	54	51	47	39
Vaimennin	4_97F7	62	50	45	29	17	15	11	3
Käyräkappale, eristämätön	4_2F07	62	50	45	29	16	13	8	3
Haarakappale, oksa	4_2389	59	47	42	26	13	10	5	0
Käyräkappale, eristämätön	4_1E65	59	47	42	26	12	8	2	0
Äänitasot kanavan päässä	4_1130	59	47	42	26	12	8	2	0
Äänitaso A-painotettuna	37 dB(A)								

Päätelaitteelta äänitaso ennen huonevaimennusta 24 dB(A)

Iv-laitteiden aiheuttama äänitaso huoneessa 25 dB (A)

OH

KANAVAPAIINEET

KTI-125 180°		43.2 Pa
Kanava	125 mm, 9.0 l/s, 0.2 m, 0.02 Pa	4_1F38
Käyrä	125/90° mm, 9.0 l/s, 0.10 Pa	4_1F37
Kanava	125 mm, 9.0 l/s, 0.2 m, 0.02 Pa	4_1F3B
Liitos	125/125 mm, 18.0/9.0 l/s, 1.87 Pa	4_1F5D
Kanava	125 mm, 18.0 l/s, 1.7 m, 0.54 Pa	4_20C3
Liitos	125/100 mm, 24.0/6.0 l/s, 1.03 Pa	4_20C0
Kanava	125 mm, 24.0 l/s, 2.8 m, 1.44 Pa	4_2F3C
Liitos	125/125 mm, 50.0/50.0 l/s, 12.51 Pa	4_2F3B
Kanava	125 mm, 50.0 l/s, 1.5 m, 2.69 Pa	4_2F17
Kanava	125 mm, 50.0 l/s, 0.4 m, 0.71 Pa	4_2F0D
Käyrä	125/90° mm, 50.0 l/s, 3.01 Pa	4_2F07
Kanava	125 mm, 50.0 l/s, 0.6 m, 1.19 Pa	4_
Yhteispainehäviö KTI-125 180° = 68 Pa		

ÄÄNET

KTI-125 180°

	dB(kan)	dB(pvaim)	A-korjaus	dB(A)
63 Hz	56	-20	-26	10
125 Hz	44	-17	-16	11
250 Hz	39	-13	-9	17
500 Hz	23	-10	-3	10
1000 Hz	8	-10	0	0
2000 Hz	3	-11	1	0
4000 Hz	0	-7	1	0
8000 Hz	0	-8	-1	0

KANAVAN PÄÄN ÄÄNITASO:

KTI-125 180°		63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz
Äänitasot puhaltimella		75	71	68	61	57	54	50	42
Haarakappale, oksa	4_2F3B	72	68	65	58	54	51	47	39
Vaimennin	4_A11E	62	50	45	29	17	15	11	3
Käyräkappale, eristämätön	4_2F07	62	50	45	29	16	13	8	3
Haarakappale, läpi	4_20C0	59	47	42	26	13	10	5	0
Haarakappale, oksa	4_1F5D	56	44	39	23	10	7	2	0
Käyräkappale, eristämätön	4_1F37	56	44	39	23	9	5	0	0
Äänitasot kanavan päässä	4_1A73	56	44	39	23	9	5	0	0
Äänitaso A-painotettuna	34 dB(A)								

Päätelaitteelta äänitaso ennen huonevaimennusta 21 dB(A)

Iv-laitteiden aiheuttama äänitaso huoneessa 25 dB (A)

OH

KANAVAPAIINEET

KTi-125 180°				43.2 Pa
Kanava	125 mm,	9.0 l/s,	0.2 m,	0.02 Pa 4_1F38
Käyrä	125/90° mm,	9.0 l/s,		0.10 Pa 4_1F37
Kanava	125 mm,	9.0 l/s,	0.2 m,	0.02 Pa 4_1F3B
Liitos	125/125 mm,	18.0/9.0 l/s,		1.87 Pa 4_1F5D
Kanava	125 mm,	18.0 l/s,	1.7 m,	0.54 Pa 4_20C3
Liitos	125/100 mm,	24.0/6.0 l/s,		1.03 Pa 4_20C0
Kanava	125 mm,	24.0 l/s,	2.8 m,	1.44 Pa 4_2F3C
Liitos	125/125 mm,	50.0/50.0 l/s,		12.51 Pa 4_2F3B
Kanava	125 mm,	50.0 l/s,	1.5 m,	2.69 Pa 4_2F17
Kanava	125 mm,	50.0 l/s,	0.4 m,	0.71 Pa 4_2F0D
Käyrä	125/90° mm,	50.0 l/s,		3.01 Pa 4_2F07
Kanava	125 mm,	50.0 l/s,	0.6 m,	1.19 Pa 4_
Yhteispainehäviö KTi-125 180° = 68 Pa				

ÄÄNET

KTi-125 180°

	dB(kan)	dB(pvaim)	A-korjaus	dB(A)
63 Hz	56	-20	-26	10
125 Hz	44	-17	-16	11
250 Hz	39	-13	-9	17
500 Hz	23	-10	-3	10
1000 Hz	9	-10	0	0
2000 Hz	5	-11	1	0
4000 Hz	0	-7	1	0
8000 Hz	0	-8	-1	0

KANAVAN PÄÄN ÄÄNITASO:

KTi-125 180°		63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz
Äänitasot puhaltimella		75	71	68	61	57	54	50	42
Haarakappale, oksa	4_2F3B	72	68	65	58	54	51	47	39
Vaimennin	4_A11E	62	50	45	29	17	15	11	3
Käyräkappale, eristämätön	4_2F07	62	50	45	29	16	13	8	3
Haarakappale, läpi	4_20C0	59	47	42	26	13	10	5	0
Haarakappale, läpi	4_1F5D	56	44	39	23	10	7	2	0
Käyräkappale, eristämätön	4_1EA4	56	44	39	23	9	5	0	0
Käyräkappale, eristämätön	4_1EAE	56	44	39	23	8	3	0	0
Äänitasot kanavan päässä	4_193A	56	44	39	23	8	3	0	0
Äänitaso A-painotettuna	34 dB(A)								

Päätelaitteelta äänitaso ennen huonevaimennusta 21 dB(A)

Iv-laitteiden aiheuttama äänitaso huoneessa 25 dB (A)

KÄYTTÖULLAKKO

KANAVAPAINEEET

KTi-100 180°		44.9 Pa
Kanava	100 mm, 6.0 l/s, 0.5 m,	0.07 Pa 4_209E
Liitos	125/100 mm, 24.0/6.0 l/s,	1.87 Pa 4_20C0
Kanava	125 mm, 24.0 l/s, 2.8 m,	1.44 Pa 4_2F3C
Liitos	125/125 mm, 50.0/50.0 l/s,	12.51 Pa 4_2F3B
Kanava	125 mm, 50.0 l/s, 1.5 m,	2.69 Pa 4_2F17
Kanava	125 mm, 50.0 l/s, 0.4 m,	0.71 Pa 4_2F0D
Käyrä	125/90° mm, 50.0 l/s,	3.01 Pa 4_2F07
Kanava	125 mm, 50.0 l/s, 0.6 m,	1.19 Pa 4_

Yhteispainehäviö KTi-100 180° = 68 Pa

ÄÄNET

KTi-100 180°

	dB(kan)	dB(pvaim)	A-korjaus	dB(A)
63 Hz	57	-24	-26	7
125 Hz	45	-20	-16	9
250 Hz	39	-12	-9	18
500 Hz	23	-8	-3	12
1000 Hz	11	-8	0	3
2000 Hz	7	-10	1	0
4000 Hz	3	-7	1	0
8000 Hz	0	-8	-1	0

KANAVAN PÄÄN ÄÄNITASO:

KTi-100 180°		63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz
Äänitasot puhaltimella		73	69	65	58	55	51	48	39
Haarakappale, oksa	4_2F3B	70	66	62	55	52	48	45	36
Vaimennin	4_755F	60	48	42	26	15	12	9	0
Käyräkappale, eristämätön	4_2F07	60	48	42	26	14	10	6	0
Haarakappale, oksa	4_20C0	57	45	39	23	11	7	3	0
Äänitasot kanavan päässä	4_209B	57	45	39	23	11	7	3	0
Äänitaso A-painotettuna	35 dB(A)								

Päätelaitteelta äänitaso ennen huonevaimennusta 22 dB(A)

SAUNA

KANAVAPAINEEET

KTI-100 180°

40.0 Pa

Kanava	100 mm,	6.0 l/s,	0.2 m,	0.03 Pa	4_1EFC
Käyrä	100/90° mm,	6.0 l/s,		0.11 Pa	4_1EFB
Kanava	100 mm,	6.0 l/s,	3.2 m,	0.43 Pa	4_1EFF
Liitos	125/100 mm,	18.0/6.0 l/s,		1.87 Pa	4_1F21
Kanava	125 mm,	18.0 l/s,	3.6 m,	1.11 Pa	4_1F28
Liitos	125/100 mm,	26.0/8.0 l/s,		0.93 Pa	4_2389
Kanava	125 mm,	26.0 l/s,	0.3 m,	0.15 Pa	4_1ED1
Käyrä	125/90° mm,	26.0 l/s,		0.81 Pa	4_1E65
Kanava	125 mm,	26.0 l/s,	4.7 m,	2.79 Pa	4_2F40
Liitos	125/125 mm,	50.0/50.0 l/s,		12.51 Pa	4_2F3B
Kanava	125 mm,	50.0 l/s,	1.5 m,	2.69 Pa	4_2F17
Kanava	125 mm,	50.0 l/s,	0.4 m,	0.71 Pa	4_2F0D
Käyrä	125/90° mm,	50.0 l/s,		3.01 Pa	4_2F07
Kanava	125 mm,	50.0 l/s,	0.6 m,	1.19 Pa	4_

Yhteispainehäviö KTI-100 180° = 68 Pa

ÄÄNET

KTI-100 180°

	dB(kan)	dB(pvaim)	A-korjaus	dB(A)
63 Hz	56	-24	-26	6
125 Hz	44	-20	-16	8
250 Hz	39	-12	-9	18
500 Hz	22	-8	-3	11
1000 Hz	7	-8	0	0
2000 Hz	2	-10	1	0
4000 Hz	0	-7	1	0
8000 Hz	0	-8	-1	0

Päätelaitteelta äänitaso ennen huonevaimennusta 21 dB(A)

KANAVAN PÄÄN ÄÄNITASO:

KTI-100 180°	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz
Äänitasot puhaltimella	75	71	68	61	57	54	50	42
Haarakappale, oksa	4_2F3B	72	68	65	58	54	51	47
Vaimennin	4_A11E	62	50	45	29	17	15	11
Käyräkappale, eristämätön	4_2F07	62	50	45	29	16	13	8
Haarakappale, läpi	4_2389	59	47	42	26	13	10	5
Käyräkappale, eristämätön	4_1E65	59	47	42	26	12	8	2
Haarakappale, oksa	4_1F21	56	44	39	23	9	5	0
Käyräkappale, eristämätön	4_1EFB	56	44	39	22	7	2	0
Äänitasot kanavan päässä	4_17F3	56	44	39	22	7	2	0
Äänitaso A-painotettuna	34 dB(A)							

Iv-laitteiden aiheuttama äänitaso huoneessa 26 dB (A)

POISTOILMA KANAVAT

KEITTIÖ

KANAVAPAIINEET

KSO-100

40.0 Pa

Kanava	100 mm,	8.0 l/s,	0.2 m,	0.04 Pa	4_71E6
Käyrä	100/90° mm,	8.0 l/s,		0.19 Pa	4_71E5
Kanava	100 mm,	8.0 l/s,	0.6 m,	0.13 Pa	4_71D4
Kanava	100 mm,	8.0 l/s,	1.5 m,	0.32 Pa	4_71D0
Liitos	100/100 mm,	14.0/6.0 l/s,		0.51 Pa	4_71CA
Kanava	100 mm,	14.0 l/s,	0.8 m,	0.45 Pa	4_7198
Liitos	100/100 mm,	22.0/8.0 l/s,		1.29 Pa	4_7193
Kanava	100 mm,	22.0 l/s,	1.7 m,	2.21 Pa	4_750A
Supistus	125/100 mm,	22.0 l/s,		0.73 Pa	4_74FB
Liitos	125/100 mm,	37.0/15.0 l/s,		1.55 Pa	4_74E4
Kanava	125 mm,	37.0 l/s,	0.7 m,	0.80 Pa	4_74C0
Liitos	125/125 mm,	43.0/43.0 l/s,		4.30 Pa	4_6BB1
Kanava	125 mm,	43.0 l/s,	1.0 m,	1.42 Pa	4_7364
Liitos	125/100 mm,	53.0/10.0 l/s,		2.48 Pa	4_7363
Kanava	125 mm,	53.0 l/s,	0.2 m,	0.47 Pa	4_733F
Käyrä	125/90° mm,	53.0 l/s,		3.39 Pa	4_6AFB
Kanava	125 mm,	53.0 l/s,	0.2 m,	0.33 Pa	4_6B7F
Kanava	125 mm,	53.0 l/s,	0.5 m,	0.92 Pa	4_6B7B
Käyrä	125/90° mm,	53.0 l/s,		3.39 Pa	4_6AF1
Kanava	125 mm,	53.0 l/s,	0.3 m,	0.60 Pa	4_6A

Yhteispainehäviö KSO-100 = 66 Pa

ÄÄNET

KSO-100

	dB(kan)	dB(pvaim)	A-korjaus	dB(A)
63 Hz	32	-23	-26	0
125 Hz	27	-18	-16	0
250 Hz	17	-14	-9	0
500 Hz	0	-12	-3	0
1000 Hz	0	-12	0	0
2000 Hz	0	-14	1	0
4000 Hz	0	-5	1	0
8000 Hz	0	-6	-1	0

Päätelaitteelta äänitaso ennen huonevaimennusta 16 dB(A)

Iv-laitteiden aiheuttama äänitaso huoneessa 17 dB (A)

KANAVAN PÄÄN ÄÄNITASO:

KSO-100	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz
Äänitasot puhaltimella	57	60	52	42	36	29	20	0
Haarakappale, läpi	4_7363	54	57	49	39	33	26	17
Käyräkappale, eristämätön	4_6AFB	54	57	49	39	32	24	14
Vaimennin	4_74BE	44	39	29	10	0	0	0
Käyräkappale, eristämätön	4_6AF1	44	39	29	10	0	0	0
Haarakappale, aksa	4_6BB1	41	36	26	7	0	0	0
Haarakappale, läpi	4_74E4	38	33	23	4	0	0	0
Haarakappale, läpi	4_7193	35	30	20	1	0	0	0
Haarakappale, läpi	4_71CA	32	27	17	0	0	0	0
Käyräkappale, eristämätön	4_71E5	32	27	17	0	0	0	0
Äänitasot kanavan päässä	4_1D01	32	27	17	0	0	0	0
Äänitaso A-painotettuna	14 dB(A)							

KÄYTTÖULLAKKO
KANAVAPAIINEET

KSO-100		40.9 Pa	
Kanava	100 mm,	6.0 l/s, 0.2 m,	0.03 Pa 4_6A43
Käyrä	100/90° mm,	6.0 l/s,	0.11 Pa 4_6A42
Kanava	100 mm,	6.0 l/s, 0.1 m,	0.01 Pa 4_71CC
Liitos	100/100 mm,	14.0/6.0 l/s,	0.16 Pa 4_71CA
Kanava	100 mm,	14.0 l/s, 0.8 m,	0.45 Pa 4_7198
Liitos	100/100 mm,	22.0/8.0 l/s,	1.29 Pa 4_7193
Kanava	100 mm,	22.0 l/s, 1.7 m,	2.21 Pa 4_750A
Supistus	125/100 mm,	22.0 l/s,	0.73 Pa 4_74FB
Liitos	125/100 mm,	37.0/15.0 l/s,	1.55 Pa 4_74E4
Kanava	125 mm,	37.0 l/s, 0.7 m,	0.80 Pa 4_74C0
Liitos	125/125 mm,	43.0/43.0 l/s,	4.30 Pa 4_6BB1
Kanava	125 mm,	43.0 l/s, 1.0 m,	1.42 Pa 4_7364
Liitos	125/100 mm,	53.0/10.0 l/s,	2.48 Pa 4_7363
Kanava	125 mm,	53.0 l/s, 0.2 m,	0.47 Pa 4_733F
Käyrä	125/90° mm,	53.0 l/s,	3.39 Pa 4_6AFB
Kanava	125 mm,	53.0 l/s, 0.2 m,	0.33 Pa 4_6B7F
Kanava	125 mm,	53.0 l/s, 0.5 m,	0.92 Pa 4_6B7B
Käyrä	125/90° mm,	53.0 l/s,	3.39 Pa 4_6AF1
Kanava	125 mm,	53.0 l/s, 0.3 m,	0.60 Pa 4_6A
Yhteispainehäviö KSO-100 = 66 Pa			

ÄÄNET
KSO-100

	dB(kan)	dB(pvaim)	A-korjaus	dB(A)
63 Hz	32	-23	-26	0
125 Hz	27	-18	-16	0
250 Hz	17	-14	-9	0
500 Hz	0	-12	-3	0
1000 Hz	0	-12	0	0
2000 Hz	0	-14	1	0
4000 Hz	0	-5	1	0
8000 Hz	0	-6	-1	0

Päätelaitteelta äänitaso ennen huonevaimennusta 14 dB(A)

KANAVAN PÄÄN ÄÄNITASO:

KSO-100		63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz
Äänitasot puhaltimella		57	60	52	42	36	29	20	0
Haarakappale, läpi	4_7363	54	57	49	39	33	26	17	0
Käyräkappale, eristämätön	4_6AFB	54	57	49	39	32	24	14	0
Valmennin	4_74BE	44	39	29	10	0	0	0	0
Käyräkappale, eristämätön	4_6AF1	44	39	29	10	0	0	0	0
Haarakappale, oksa	4_6BB1	41	36	26	7	0	0	0	0
Haarakappale, läpi	4_74E4	38	33	23	4	0	0	0	0
Haarakappale, läpi	4_7193	35	30	20	1	0	0	0	0
Haarakappale, oksa	4_71CA	32	27	17	0	0	0	0	0
Käyräkappale, eristämätön	4_6A42	32	27	17	0	0	0	0	0
Äänitasot kanavan päässä	4_69F4	32	27	17	0	0	0	0	0
Äänitaso A-palnotettuna	14 dB(A)								

KODINHOITOHUONE
KANAVAPAINEEET

KSO-100		44.0 Pa	
Kanava	100 mm, 8.0 l/s, 0.2 m,	0.04 Pa	4_71CB
Käyrä	100/90° mm, 8.0 l/s,	0.19 Pa	4_71A9
Kanava	100 mm, 8.0 l/s, 0.1 m,	0.02 Pa	4_7194
Liitos	100/100 mm, 22.0/8.0 l/s,	-1.35 Pa	4_7193
Kanava	100 mm, 22.0 l/s, 1.7 m,	2.21 Pa	4_750A
Supistus	125/100 mm, 22.0 l/s,	0.73 Pa	4_74FB
Liitos	125/100 mm, 37.0/15.0 l/s,	1.55 Pa	4_74E4
Kanava	125 mm, 37.0 l/s, 0.7 m,	0.80 Pa	4_74C0
Liitos	125/125 mm, 43.0/43.0 l/s,	4.30 Pa	4_6BB1
Kanava	125 mm, 43.0 l/s, 1.0 m,	1.42 Pa	4_7364
Liitos	125/100 mm, 53.0/10.0 l/s,	2.48 Pa	4_7363
Kanava	125 mm, 53.0 l/s, 0.2 m,	0.47 Pa	4_733F
Käyrä	125/90° mm, 53.0 l/s,	3.39 Pa	4_6AFB
Kanava	125 mm, 53.0 l/s, 0.2 m,	0.33 Pa	4_6B7F
Kanava	125 mm, 53.0 l/s, 0.5 m,	0.92 Pa	4_6B7B
Käyrä	125/90° mm, 53.0 l/s,	3.39 Pa	4_6AF1
Kanava	125 mm, 53.0 l/s, 0.3 m,	0.60 Pa	4_6

Yhteispainehäviö KSO-100 = 65 Pa

ÄÄNET
KSO-100

	dB(kan)	dB(pvaim)	A-korjaus	dB(A)
63 Hz	34	-23	-26	0
125 Hz	34	-18	-16	0
250 Hz	25	-14	-9	2
500 Hz	1	-12	-3	0
1000 Hz	0	-12	0	0
2000 Hz	0	-14	1	0
4000 Hz	0	-5	1	0
8000 Hz	0	-6	-1	0

Päätelaitteelta äänitaso ennen huonevaimennusta 17 dB(A)

Iv-laitteiden aiheuttama äänitaso huoneessa **21 dB (A)**
KANAVAN PÄÄN ÄÄNITASO:

KSO-100		63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz
Äänitasot puhaltimella		56	64	57	43	34	32	24	11
Haarakappale, läpi	4_7363	53	61	54	40	31	29	21	8
Käyräkappale, eristämätön	4_6AFB	53	61	54	40	30	27	18	8
Vaimennin	4_97FD	43	43	34	11	0	0	0	0
Käyräkappale, eristämätön	4_6AF1	43	43	34	11	0	0	0	0
Haarakappale, oksa	4_6BB1	40	40	31	8	0	0	0	0
Haarakappale, läpi	4_74E4	37	37	28	5	0	0	0	0
Haarakappale, oksa	4_7193	34	34	25	2	0	0	0	0
Käyräkappale, eristämätön	4_71A9	34	34	25	1	0	0	0	0
Äänitasot kanavan päässä	4_1BC8	34	34	25	1	0	0	0	0
Äänitaso A-painotettuna	21 dB(A)								

PESUHUONE
KANAVAPAIINEET

KSO-100		47.8 Pa	
Kanava	100 mm, 15.0 l/s, 0.2 m, 0.13 Pa	4_750E	
Käyrä	100/90° mm, 15.0 l/s, 0.66 Pa	4_7509	
Kanava	100 mm, 15.0 l/s, 0.3 m, 0.22 Pa	4_74E5	
Liitos	125/100 mm, 37.0/15.0 l/s, -1.42 Pa	4_74E4	
Kanava	125 mm, 37.0 l/s, 0.7 m, 0.80 Pa	4_74C0	
Liitos	125/125 mm, 43.0/43.0 l/s, 4.30 Pa	4_6BB1	
Kanava	125 mm, 43.0 l/s, 1.0 m, 1.42 Pa	4_7364	
Liitos	125/100 mm, 53.0/10.0 l/s, 2.48 Pa	4_7363	
Kanava	125 mm, 53.0 l/s, 0.2 m, 0.47 Pa	4_733F	
Käyrä	125/90° mm, 53.0 l/s, 3.39 Pa	4_6AFB	
Kanava	125 mm, 53.0 l/s, 0.2 m, 0.33 Pa	4_6B7F	
Kanava	125 mm, 53.0 l/s, 0.5 m, 0.92 Pa	4_6B7B	
Käyrä	125/90° mm, 53.0 l/s, 3.39 Pa	4_6AF1	
Kanava	125 mm, 53.0 l/s, 0.3 m, 0.60 Pa	4_	

Yhteispainehäviö KSO-100 = 65 Pa

ÄÄNET
KSO-100

	dB(kan)	dB(pvaim)	A-korjaus	dB(A)
63 Hz	37	-23	-26	0
125 Hz	37	-18	-16	3
250 Hz	28	-14	-9	5
500 Hz	4	-12	-3	0
1000 Hz	0	-12	0	0
2000 Hz	0	-14	1	0
4000 Hz	0	-5	1	0
8000 Hz	0	-6	-1	0

Päätelaitteelta äänitaso ennen huonevaimennusta 21 dB(A)

Iv-laitteiden aiheuttama äänitaso huoneessa **24 dB (A)**
KANAVAN PÄÄN ÄÄNITASO:

KSO-100		63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz
Äänitasot puhaltimella		56	64	57	43	34	32	24	11
Haarakappale, läpi	4_7363	53	61	54	40	31	29	21	8
Käyräkappale, eristämätön	4_6AFB	53	61	54	40	30	27	18	8
Vaimennin	4_97FD	43	43	34	11	0	0	0	0
Käyräkappale, eristämätön	4_6AF1	43	43	34	11	0	0	0	0
Haarakappale, oksa	4_6BB1	40	40	31	8	0	0	0	0
Haarakappale, oksa	4_74E4	37	37	28	5	0	0	0	0
Käyräkappale, eristämätön	4_7509	37	37	28	4	0	0	0	0
Äänitasot kanavan päässä	4_16AC	37	37	28	4	0	0	0	0
Äänitaso A-painotettuna	23 dB(A)								

SAUNA
KANAVAPAIINEET

KSO-S-100				47.8 Pa
Kanava	100 mm,	6.0 l/s,	0.2 m,	0.03 Pa 4_6A06
Käyrä	100/90° mm,	6.0 l/s,		0.11 Pa 4_6A05
Kanava	100 mm,	6.0 l/s,	1.5 m,	0.21 Pa 4_6BB2
Supistus	125/100 mm,	6.0 l/s,		0.05 Pa 4_6C4B
Liitos	125/125 mm,	43.0/43.0 l/s,		4.30 Pa 4_6BB1
Kanava	125 mm,	43.0 l/s,	1.0 m,	1.42 Pa 4_7364
Liitos	125/100 mm,	53.0/10.0 l/s,		2.48 Pa 4_7363
Kanava	125 mm,	53.0 l/s,	0.2 m,	0.47 Pa 4_733F
Käyrä	125/90° mm,	53.0 l/s,		3.39 Pa 4_6AFB
Kanava	125 mm,	53.0 l/s,	0.2 m,	0.33 Pa 4_6B7F
Kanava	125 mm,	53.0 l/s,	0.5 m,	0.92 Pa 4_6B7B
Käyrä	125/90° mm,	53.0 l/s,		3.39 Pa 4_6AF1
Kanava	125 mm,	53.0 l/s,	0.3 m,	0.60 Pa 4_6A
Yhteispainehäviö KSO-S-100 = 65 Pa				

ÄÄNET
KSO-S-100

	dB(kan)	dB(pvaim)	A-korjaus	dB(A)
63 Hz	40	-23	-26	0
125 Hz	40	-18	-16	6
250 Hz	31	-14	-9	8
500 Hz	7	-12	-3	0
1000 Hz	0	-12	0	0
2000 Hz	0	-14	1	0
4000 Hz	0	-5	1	0
8000 Hz	0	-6	-1	0

Päätelaitteelta äänitaso ennen huonevaimennusta 16 dB(A)

Iv-laitteiden aiheuttama äänitaso huoneessa 26 dB (A)

KANAVAN PÄÄN ÄÄNITASO:

KSO-S-100		63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz
Äänitasot puhaltimella		56	64	57	43	34	32	24	11
Haarakappale, läpi	4_7363	53	61	54	40	31	29	21	8
Käyräkappale, eristämätön	4_6AFB	53	61	54	40	30	27	18	8
Vaimennin	4_A124	43	43	34	11	0	0	0	0
Käyräkappale, eristämätön	4_6AF1	43	43	34	11	0	0	0	0
Haarakappale, oksa	4_6BB1	40	40	31	8	0	0	0	0
Käyräkappale, eristämätön	4_6A05	40	40	31	7	0	0	0	0
Äänitasot kanavan päässä	4_1565	40	40	31	7	0	0	0	0
Äänitaso A-painotettuna	26 dB(A)								

WC
KANAVAPAIINEET

KSO-100		62.1 Pa	
Kanava	100 mm, 10.0 l/s, 0.2 m, 0.06 Pa	4_7384	
Käyrä	100/90° mm, 10.0 l/s, 0.29 Pa	4_7383	
Kanava	100 mm, 10.0 l/s, 2.1 m, 0.67 Pa	4_7372	
Käyrä	100/90° mm, 10.0 l/s, 0.29 Pa	4_736C	
Kanava	100 mm, 10.0 l/s, 1.3 m, 0.44 Pa	4_7368	
Liitos	125/100 mm, 53.0/10.0 l/s, -7.44 Pa	4_7363	
Kanava	125 mm, 53.0 l/s, 0.2 m, 0.47 Pa	4_733F	
Käyrä	125/90° mm, 53.0 l/s, 3.39 Pa	4_6AFB	
Kanava	125 mm, 53.0 l/s, 0.2 m, 0.33 Pa	4_6B7F	
Kanava	125 mm, 53.0 l/s, 0.5 m, 0.92 Pa	4_6B7B	
Käyrä	125/90° mm, 53.0 l/s, 3.39 Pa	4_6AF1	
Kanava	125 mm, 53.0 l/s, 0.3 m, 0.60 Pa	4_6	
Yhteispainehäviö KSO-100 = 66 Pa			

ÄÄNET

KSO-100				
	dB(kan)	dB(pvaim)	A-korjaus	dB(A)
63 Hz	43	-23	-26	0
125 Hz	43	-18	-16	9
250 Hz	34	-14	-9	11
500 Hz	9	-12	-3	0
1000 Hz	0	-12	0	0
2000 Hz	0	-14	1	0
4000 Hz	0	-5	1	0
8000 Hz	0	-6	-1	0

Päätelaitteelta äänitaso ennen huonevaimennusta 21 dB(A)

Iv-laitteiden aiheuttama äänitaso huoneessa **25 dB (A)**
KANAVAN PÄÄN ÄÄNITASO:

KSO-100		63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz
Äänitasot puhaltimella		56	64	57	43	34	32	24	11
Haarakappale, oksa	4_7363	53	61	54	40	31	29	21	8
Käyräkappale, eristämätön	4_6AFB	53	61	54	40	30	27	18	8
Vaimennin	4_9EF2	43	43	34	11	0	0	0	0
Käyräkappale, eristämätön	4_6AF1	43	43	34	11	0	0	0	0
Käyräkappale, eristämätön	4_7383	43	43	34	10	0	0	0	0
Käyräkappale, eristämätön	4_736C	43	43	34	9	0	0	0	0
Äänitasot kanavan päässä	4_13F8	43	43	34	9	0	0	0	0
Äänitaso A-painotettuna	29 dB(A)								

SELVITYS & SUUNNITELMA

Jätevesijärjestelmä AVL 5

Talousjätevesien käsittelystä viemäriverkoston ulkopuolisilla alueilla

KAUPUNKI / KYLÄ: Juorkuna, Utajärvi

TILAN NIMI: Välimaa

TILAN OMISTAJA: Alpo ja Kaisa Seppänen

SELVITYKSEN LAATIJA: Marko Pirttikoski, Oulun ammattikorkeakoulu

SISÄLLYS

1 SELVITYS- JA SUUNNITELUKOHDE	2
1.1 Tontin/ Kiinteistön tiedot	2
1.2 Tilan omistaja	2
1.3 Laatija	2
2 MITOITUS JA LASKENTAPERUSTEET	3
3 SELVITYS NYKYISESTÄ JÄTEVESIJÄRJESTELMÄSTÄ	4
3.1 Järjestelmien kuvaus	4
3.2 Vedenkulutus	4
3.3 Jätevesijärjestelmän toimivuus	5
4 SUUNNITELMA UUDESTA JÄTEVESIJÄRJESTELMÄSTÄ	6
4.1 Valintaperusteet	6
4.2 Laitteiston valinta ja mitoitus	6
4.3 Kuvaus uudesta jätevesijärjestelmästä	6
4.3.1 Toimintaperiaate	7
4.4 Etäisyydet ja korkeudet	8
4.5 Jätevesijärjestelmän asennus	8
4.6 Kiinteistön ympäristökuormitus käsittelyn jälkeen	8
4.7 Käyttö- ja huolto-ohjeet	9

1 SELVITYS- JA SUUNNITELUKOHDE

1.1 Tontin/ Kiinteistön tiedot

Osoite: Puolangantie 319

Rakennuksen pinta-ala: 106 m²

Käyttötarkoitus: Jatkuva asuminen

1.2 Tilan omistaja

Nimi: Alpo ja Kaisa Seppänen

Osoite: Sama kuin kiinteistön

1.3 Laatija

Selvityksen ja suunnitelman on laatinut Marko Pirttikoski.

2 MITOITUS JA LASKENTAPERUSTEET

Taulukossa 1 on esitetty kohteen nykyinen vedenkulutus ja kuormitusarviolaskennassa käytetyt arvot.

	Nykyinen	Suunnitelma
Kiinteistön asumispinta-ala	106 m ²	106 m ²
Asukasmäärä	2 hlö	5 hlö
Vuorokausikulutus/hlö	150 litraa	150 litraa
Asumispäivät/ vuosi	365 päivää	365 päivää

Taulukko 1.

Taulukossa 2 on esitetty haja-asutuksen kuormitusluvun koostumus henkilöä kohden.

Kuormituksen alkuperä	Orgaaninen aine BHK7 g/p d	Kokonais- fosfori g/p d	Kokonais- typpi g/p d
Uloste	15	0,6	1,5
Virtsa	5	1,2	11,5
Muu	30	0,4	1
Kuormitusluku	50	2,2	14

Taulukko 2.

3 SELVITYS NYKYISESTÄ JÄTEVESIJÄRJESTELMÄSTÄ

3.1 Järjestelmien kuvaus

Kohde sijaitsee Utajärven kunnassa, Juorkunan kylässä. Kohteessa on asuinrakennus, kaksi aittaa, konehalli ja muita piharakennuksia. Vesijohto on kytketty pelkästään asuinrakennukseen.

Asuinrakennuksen jäteveden käsittelyjärjestelmänä toimii 2-sakokaivoa, joista toinen on jaettu väliseinällä kahteen osaan. Kyseessä on siis 3-osainen saostuskaivo. Kaivosta on purkuputki viereiseen avo-ojaan.

Kohteeseen tulee talousvesi vesiosuuskunnan vesijohtoverkosta. Kohteessa ei ole talousvesikaivoja.

Kohde ei sijaitse pohjavesialueella. Kohteen läheisyydessä ei ole vesistöjä. Maaperä on pääosin huonosti vettä imevää savea.

3.2 Vedenkulutus

Jätevettä muodostuu asuinrakennuksessa asuvan kahden henkilön tottumuksista normaaleista asumisen askareista, kuten WC, suihku, keittiö ja pesukoneet. Kulutus on normaalikulutusta vähäisempää henkilöä kohden, mutta suunnittelu-arvona käytetään vähimmäisvaatimusta 150 l/hlö/vrk. Taulukko 3 kuvaa kiinteistön nykyisen kuormitusluvun ja suunnitelman kuormitusluvun.

	Hlö määrä	Virtau l/d	BHK7 g/d	Fosfori g/d	Typpi g/d
Asuinrakennus	2 hlö	300 litraa	100 g	4,4 g	28 g
Suunnittelu-arvot	5 hlö	750 litraa	250 g	11,0 g	70 g

Taulukko 3.

3.3 Jätevesijärjestelmän toimivuus

Asuinrakennukset sakokaivot ovat betonirenkaista rakennettu ja ne on otettu käyttöön vuonna 1997. Sakokaivot ovat kohtuullisessa kunnossa ja niissä on T-haarat. Sakokaivoista ei löydy CE-merkintää. Viemäri linja on tuuletettu talousrakennuksen katolle.

Nykyinen jätevesijärjestelmä (sakokaivot) eivät täytä Valtioneuvoston asetuksen N:o 542/2003 asettamia jäteveden puhdistuksen ehtoja, vaan järjestelmä tulee uusia ehdot täyttäväksi.

4 SUUNNITELMA UUDESTA JÄTEVESIJÄRJESTELMÄSTÄ

4.1 Valintaperusteet

Kohde sijaitsee Utajärvellä Juorkunan kylässä, jonne ei ole suunniteltu kunnallista viemäriverkkoa lähitulevaisuudessa harvan asutuksen ja pitkien etäisyyksien vuoksi. Tästä johtuen kohde tarvitsee oman jätevedenkäsittelyjärjestelmän. Kohde on vakituinen asuinrakennus.

Kohde ei sijaitse pohjavesialueella. Maaperä on savista, eikä sovellu imeytykseen.

Suunnitelmissa on huomioitu myös naapurit. Rajanaapurin kiinteistö on kesämökkikäytössä, eikä kiinteistössä ole vesikäymälää. Lisäksi naapurikiinteistön haltija on ikänsä puolesta vapautettu jätevesiasetuksen vaatimuksista. Toisen naapurikiinteistön ja kohdekiinteistön välissä menee seututie 837, joten yhteisviemäroinnin toteuttaminen on käytännössä mahdotonta kohtuullisin kustannuksin. Muita naapurikiinteistöjä ei 100 metrin säteellä ole.

Uuteen järjestelmään johdetaan käsiteltäväksi kohteen kaikki jätevedet. Asuinrakennuksen vanhat saostuskaivot poistetaan ja uusi järjestelmä sijoitetaan vanhojen kaivojen tilalle.

4.2 Laitteiston valinta ja mitoitus

Kohteeseen suunnitellaan asetuksen mukainen pienpuhdistamo biologiskemiallisella käsittelyprosessilla. Kohteen suunnitteluperustana käytetään minimiasukaslukua 5 henkilöä kiinteistölle. Kohteen jätevesien käsittelyyn tarvitaan 750 l/vrk käsittelevä pienpuhdistamo.

4.3 Kuvaus uudesta jätevesijärjestelmästä

Puhdistusjärjestelmä: Biolan Trio

Kohteen jätevedet käsitellään pienpuhdistamossa. Pienpuhdistamo on biologiskemiallinen puhdistusprosessi. Suurin osa jäteveden epäpuhtauksista hajotetaan biologisesti hiilidioksidiksi ja vedeksi tai sidotaan lietteeseen. Tämän lisäksi ravinteiden ja kiintoaineen poistoa tehostetaan kemiallisesti saostamalla.

Biologinen puhdistusprosessi kestää häiriintymättä muutamien viikkojen mittaiset käyttötauot. Tätä pidempien käyttötaukojen vaikutuksesta järjestelmän puhdistusteho heikkenee orgaanisen aineen ja typen osalta, mutta palautuu ennalleen muutamassa viikossa käyttötauon päätyttyä. Fosforin poiston tehokkuuteen käyttötauot eivät vaikuta sillä fosfori poistetaan kemiallisella saostuksella.

4.3.1 Toimintaperiaate

Jätevesi tulee kiinteistön viemäriä pitkin ensimmäiseen kaivoon. Siinä tapahtuu jäteveden esiselkeytys, eli kaivo toimii normaalina saostuskaivona. Vettä ras-
kaampi aines painuu kaivon pohjalle ja kevyempi, esimerkiksi rasva, nousee
veden pintaan. Kaivoon myös pumpataan kolmannesta kaivosta fosforilietettä.
Jätevesi siirtyy ensimmäisestä kaivosta toiseen painovoimaisesti.

Toisessa kaivossa aktiivilietteen pieneliöt hajottavat jäteveden sisältämää or-
gaanista eli eloperäistä ainesta, typpeä ja fosforia. Aktiiviliete syntyy kaivoon
jäteveden pieneliöiden eli mikrobien lisääntyessä. Mikrobit tarvitsevat elääkseen
happea. Laitetekelössä oleva ilmapumppu pumppaa kaivoon ilmaa pohjalla ole-
van lautasilmastimen avulla. Mikrobit hajottavat orgaanisen aineen hiilidioksi-
diksi ja vedeksi. Typpi muuttuu ilmastusvaiheessa nitraattitypeksi.

Ilmastus on poikki päivittäin klo 22–04. Tänä aikana nitraattityppi muuttuu typpi-
kaasuksi, joka vapautuu ilmakehään. Aktiiviliete erottuu kaivosta poistuvasta
vedestä sylinterimäisessä selkeyttimessä. Selkeyttimessä veden liike rauhoit-
tuu, jolloin vettä painavampi aktiiviliete laskeutuu takaisin kaivoon. Kirkastunut
vesi siirtyy kolmanteen kaivoon sitä mukaa kuin toiseen kaivoon tulee syrjäyttä-
vää vettä.

Kolmanteen kaivoon tuleva vesi kertyy pumppuastiaan. Astiassa on pumppu,
joka nostaa vettä annos kerrallaan pumppuastian yläpuolella olevaan sekoit-
tusastiaan. Samalla kemikaalinannostelupumppu annostelee kemikaalisäiliöstä
alumiinipohjaista saostuskemikaalia sekoitusastiaan, jolloin vesi ja kemikaali
sekoittuvat.

Sekoitusastiasta vesi johdetaan kaivoon alasvientiputkea pitkin. Saostuskemi-
kaalin kanssa reagoinut fosfori painuu vettä painavampana kaivon pohjalle liet-
teeksi. Takaisinkierätyspumppu pumppaa lietettä kaksi kertaa vuorokaudessa
ensimmäiseen kaivoon.

Selkeytynyt vesi nousee pintaan ja poistuu kolmannesta kaivosta painovoimai-
sesti järjestelmän purkuputkeen.

4.4 Etäisyydet ja korkeudet

Asemapiirros uudesta jäteveden puhdistusjärjestelmästä ja puhdistamon tasoja
leikkauspiirros on esitetty liitteinä.

Etäisyydet rakennuksen ja pienpuhdistamon välillä ovat suhteellisen lyhyet ja
järjestelmää on mahdollisuus tyhjentää imuautolla. Kohteessa ei ole olemassa
olevaa talousvesikaivoa ja lähimmälle tielle on matkaa yli 10 metriä. Järjestel-
män etäisyys rakennuksesta on yli 5 metriä.

Korkeuseroa järjestelmän ja rakennuksen välillä ei ole.

4.5 Jätevesijärjestelmän asennus

Jätevesijärjestelmän asennuksessa noudatetaan toimittajan ohjeistusta. Mahdolliset viemäriinjamuutokset toteutetaan hyviä asennustapoja noudattaen.

4.6 Kiinteistön ympäristökuormitus käsittelyn jälkeen

Järjestelmä pystyy laitetoimittajien ilmoittamien suoritusarvojen mukaan täyttämään asetuksen edellyttämät puhdistusvaatimukset jotka on esitetty taulukossa 4.

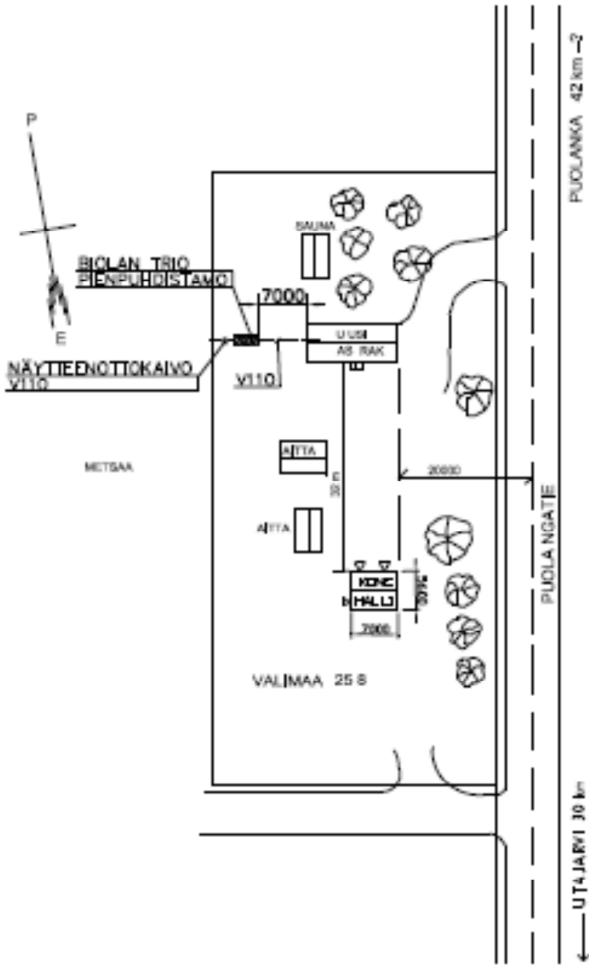
Biolan Trio puhdistamon puhdistustulokset:

- BOD7 90%
- P(kok) 85%
- N(kok) 40%

Taulukko 4.

4.7 Käyttö- ja huolto-ohjeet

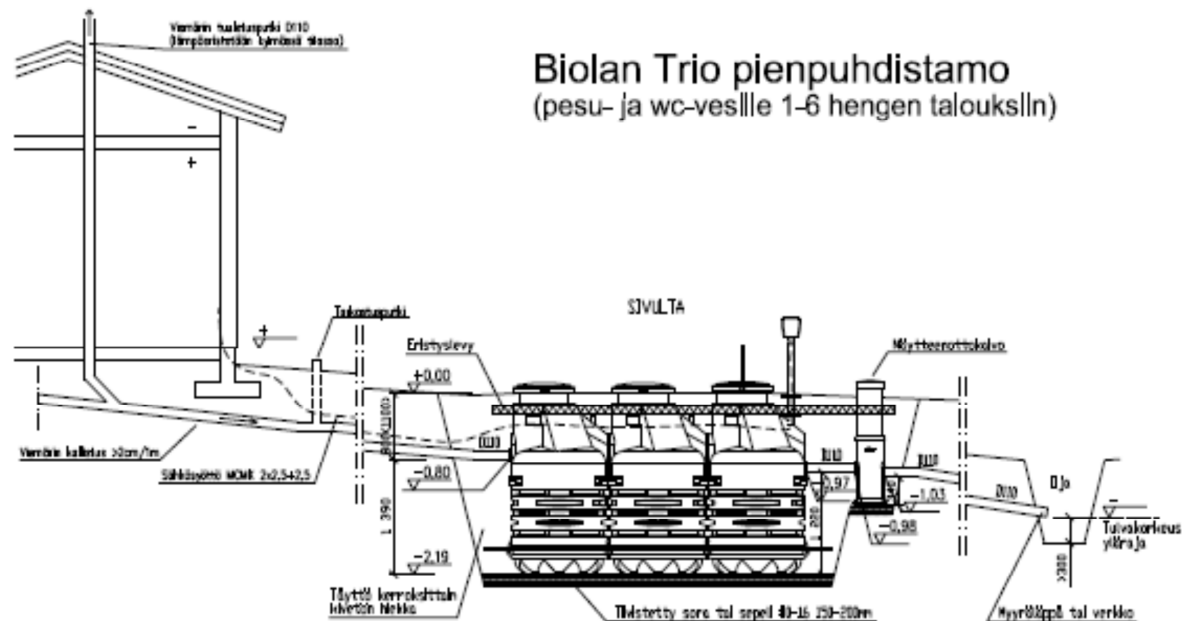
Jätevesijärjestelmän käyttö- ja huolto-ohjeet sekä huoltopäiväkirja tulevat järjestelmän mukana toimittajan laatimina.



MITOITUSMÄÄRÄ 0,75 M3/VRK
PUHDISTAMO TULEE ANKKUROIDA
PUHDISTAMO TULEE ROUTAERISTÄÄ
PUHDISTAMOON EI SAA JOHTAA HULE- EIKÄ SADEVESIÄ
PUHDISTAMO VAATII TOIMIAKSEEN SÄHKÖÄ (230 V)
VIRRANSYÖTTÖ KYTKETÄÄN 10 A SULAKKEEN TAKSE

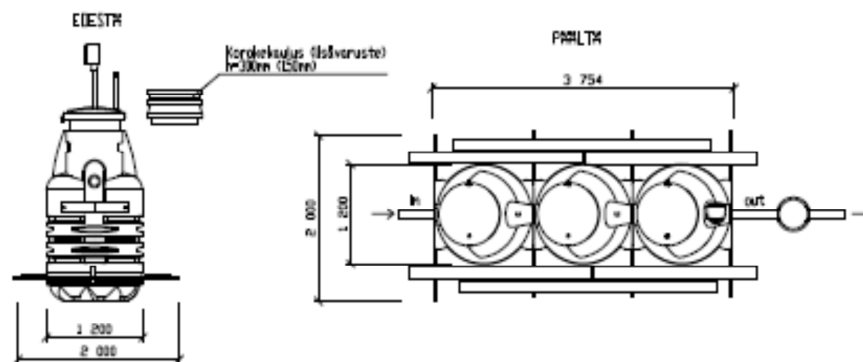


PROJEKTI JÄTEVESIJÄRJESTELMÄ MUUTOS	ALUE JÄTEVESIJÄRJESTELMÄ 25:8	PIKÄSUUNNITUS LVI	1:500
ALPO JA KAISA SEPPÄNEN PUOLANGANTIE 319 91630 UTAJÄRVI	ASEMAPIIRROS JÄTEVEDET	LVI	



Biolan Trio puhdistamon puhdistustulokset:	
-BOD7	90%
-P(kok)	85%
-N(kok)	40%

Huonelstodid:	180 m2
Henkilomäärä:	6 avl
Mitoitusvesimäärä:	900 l/vrk
Hyötötilavuus:	3,6 m3
Lietetyhjennystilavuus:	3,0 m3
Paino:	350 kg

**BIOLAN®**

LUOSTORI JUORKUNAVÄLIMÄÄ 2518 MUUTOS ASUINRAKENNUS ALPO JA KAISA SEPPÄNEN PUOLANGANTIE 319 91630 JUORKUNA	VASTAANV. PÄÄTÖSMAKSI VÄRRE KÄYTTÖKÄÄVIO BIDLAN TRIO KYTKENTÄKÄVIO	JÄL. 4 KÄYTTÖKÄÄVIO
TÄMÄ DP TÄMÄ DP POK. 14.2.2014 ALUSTUS JÄRKEVÄTÄ	KÄYTTÖKÄÄVIO BIDLAN TRIO KYTKENTÄKÄVIO	KÄYTTÖKÄÄVIO

D:\p\in\y\etyb\j8tevedet\blolortri\odr